IMPERIAL MYCOLOGICAL
12 NOV. 1936
INSTITUTE

ANNALES

DES

ÉPIPHYTIES

L'EXTENSION DE LA COCHENILLE AUSTRALIENNE (*ICERYA PURCHASI* MASK.) EN FRANCE ET DE SON PRÉDATEUR *NOVIUS CARDINALIS* MULS.

par

A. BALACHOWSKY
Directeur de la Station de Zoologie Agricole et Insectarium d'Antibes.

L. MOLINARI
Préparateur de la Station de Zoologie Agricole et Insectarium d'Antibes.

Sommaire

INTRODUCTION, p. 1.
I. — EXTENSION BIOGÉOGRAPHIQUE D'ICERYA PURCHASI EN FRANCE ET EN ALGÉRIE, p. 2. — Propagation en France, p. 2. — Propagation en Algérie. p. 3.
II. — PARTIE BIOLOGIQUE, p. 10.
Examen des différents facteurs réglant l'extension d'*Icerya Purchasi* en France et en Algérie, p. 10. — Influence de la température, p. 11. — Influence de l'humidité, p. 12. — Rapports d'*Icerya Purchasi* avec la Flore spontanée et introduite, p. 13. — Propagation par les plantes, p. 14. — Propagation par le vent, p. 15.
III. — DISPERSION DE NOVIUS CARDINALIS; CYCLE ÉVOLUTIF; BIOLOGIE, p. 16. — Cycle évolutif comparé d'*Icerya Purchasi* et de *Novius cardinalis*, p. 17. — Rapport du prédateur vis-à-vis de son hôte, p. 19. — Autres ennemis d'*Icerya Purchasi*, p. 21.
CONCLUSION, p. 23. — BIBLIOGRAPHIE, p. 24.

Introduction

Depuis son apparition en France, le 13 mars 1912, à Saint-Jean-Cap-Ferrat (Alpes-Maritimes), *Icerya Purchasi* Mask. n'a pas cessé de se propager et a progressivement envahi la plupart de nos départements méridionaux.

Il nous a paru intéressant de retracer la marche envahissante de cet Insecte, contre lequel l'Insectarium de Menton, puis la Station de Zoologie Agricole et Insectarium d'Antibes n'ont pas cessé de lutter par l'élevage

et la dissémination d'innombrables colonies de *Novius cardinalis*. (P. Marchal, 1913, Poutiers, Rapports phytopathologiques, 1922-1927) (1).

Grâce à la documentation absolument unique que possède la Station de Zoologie Agricole d'Antibes, comprenant de nombreuses fiches d'observation, et surtout une volumineuse correspondance échangée depuis près de dix ans entre M. Poutiers et ses collaborateurs et les services agricoles départementaux, écoles d'agriculture, syndicats agricoles, pépiniéristes, horticulteurs, agronomes, etc..., il nous a été possible de retracer d'une manière très précise les différentes phrases de progression de la Cochenille australienne sur notre territoire ; nous avons donc pu dresser des cartes (Cartes I, II, III) donnant une idée exacte de sa marche envahissante, tant en France qu'en Corse, depuis la date de son apparition jusqu'au 1er Janvier 1930.

Grâce aussi à la documentation que nous a obligeamment fourni M. Delassus, inspecteur du Service de la Défense des Cultures du Gouvernement général de l'Algérie, complétant nos observations personnelles, nous avons également pu retracer la progression d'*Icerya Purchasi* en Algérie.

La deuxième partie de notre étude, uniquement consacrée à la biologie de la Cochenille australienne et de son prédateur, comprend une série d'observations biologiques, pour la plupart inédites, faites par nous, tant dans le Midi de la France que dans le Nord-Africain.

I. — EXTENSION BIOGÉOGRAPHIQUE D'*ICERYA PURCHASI* EN FRANCE ET EN ALGÉRIE

Propagation en France

Icerya Purchasi a été signalé pour la première fois en France, le 12 mars 1912, à Saint-Jean-Cap-Ferrat (Alpes-Maritimes), mais, tout porte à croire, que la Cochenille existait dans cette localité depuis l'année 1910, où elle aurait été accidentellement introduite avec des plantes provenant d'Italie. (P. Marchal, 1913.)

En 1913, *Novius cardinalis* est acclimaté (Poirault et Vuillet, 1913) ; de nouveaux foyers se forment autour du foyer primitif : *Icerya Purchasi* s'étend sur le littoral de Menton à Nice.

Pendant la guerre (1914-1918), l'extension de la Cochenille semble avoir été assez limitée, car, en 1918, elle n'occupe que la région comprise entre Menton et Cannes, sans avoir pu franchir le massif de l'Estérel. En 1920, on trouve *Icerya Purchasi* à Sainte-Maxime-sur-Mer (Var). En 1921, il fait son apparition entre Sainte-Maxime (Côte des Maures) et les anciens

(1) L'Insectarium de Menton a été transféré en 1927 à Antibes, sous le nom de Station de Zoologie Agricole et Insectarium d'Antibes.

foyers de la Théoule, Anthéor, puis à Saint-Tropez et Saint-Aygulf (Var). Enfin, Lichtenstein (1921), le signale pour la première fois à Montpellier, et P. Vayssière (1926) d'une façon accidentelle à Paris.

A partir de 1921, l'extension d'*Icerya Purchasi* est extrêmement rapide, dans le courant de l'année l'Insecte est signalé à Hyères, La Ciotat, Marseille, Salins-de-Giraud, Nîmes et Béziers. En 1922, il s'étend autour des villes précédemment citées et fait son apparition à l'île de Porquerolles (Var) et à Orange (Vaucluse).

Dans le courant de l'année suivante, *Icerya Purchasi* occasionne des dégâts dans le Gard et l'Hérault, où il est signalé dans de nombreuses localités, puis s'étend au nord dans la vallée du Rhône (Arles, Avignon), à l'ouest jusqu'à la frontière espagnole (Sète, Perpignan, Ile-sur-Têt). Entre Marseille et Menton toute la côte ne forme plus qu'un foyer continu.

C'est également en 1923 qu'*Icerya Purchasi* est signalé par le directeur des Services agricoles de la Corse, à Ajaccio, et, dès 1920, à Boufarik (département d'Alger), par le Service de la Défense des Cultures de l'Algérie. (Delassus, 1923.)

En 1924, les foyers se soudent les uns aux autres et *Icerya Purchasi* commet de nombreux dégâts ; la lutte s'organise, le nombre des colonies de *Novius cardinalis* expédiées par l'Insectarium de Menton est double de celui de l'année précédente : en 1925, il sera quadruplé par rapport à celui de 1923 (149 au lieu de 45 en 1923).

En 1925, la Cochenille s'étend dans l'Aude, les Pyrénées-Orientales et remonte également vers le nord ; elle atteint, dans l'Hérault et le Gard, les contreforts des Cévennes (Lodève et Alès). En 1926, elle remonte encore davantage, on la signale à Port-Saint-Esprit et dans l'Ardèche (Bourg St-Andéol, Largentière). En Corse (Carte II), elle s'étend sur toute la zône côtière de l'île; Bastia, Sainte-Lucie et Sarrola-Carcopino sont successivement envahis.

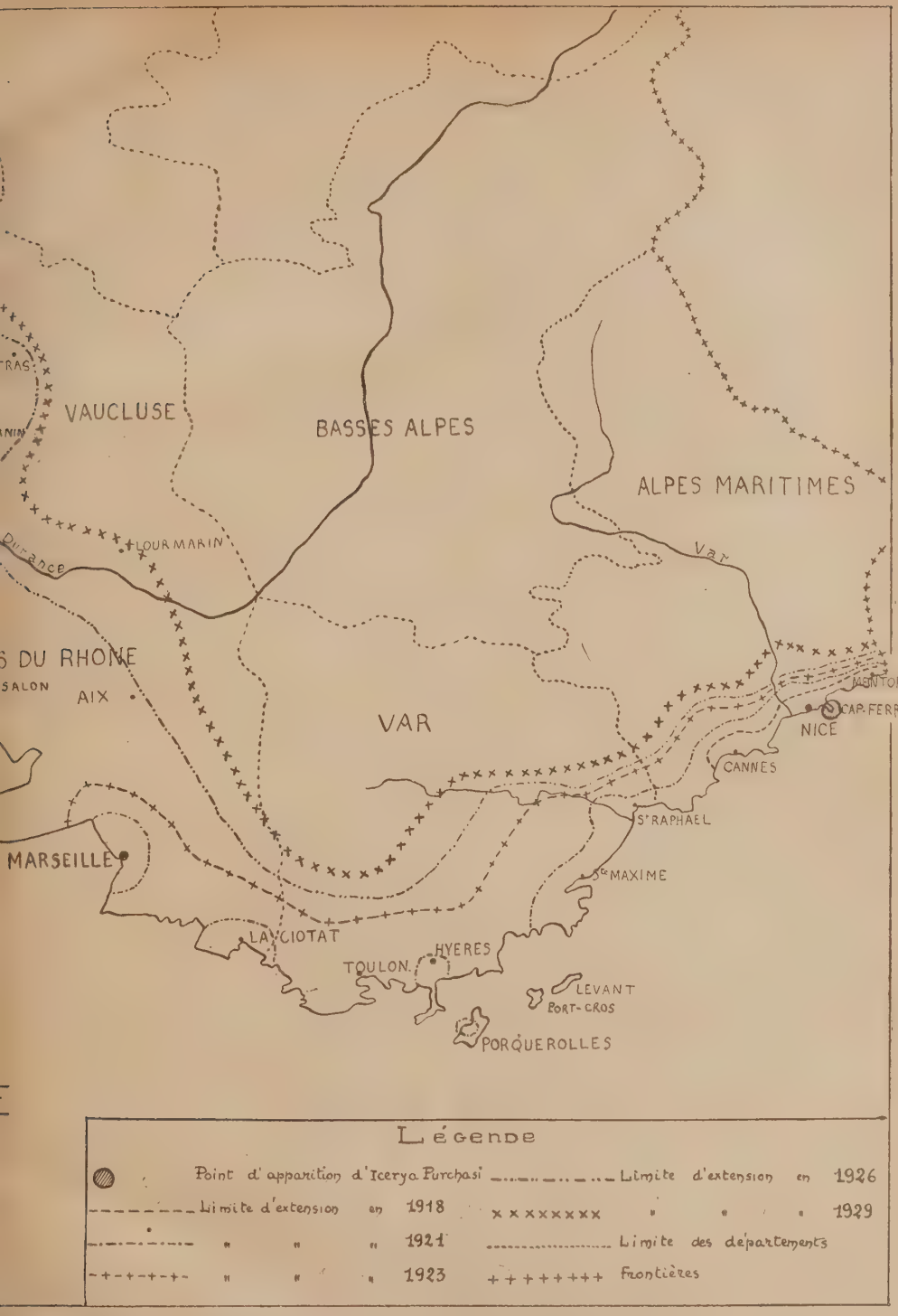
De 1927 à 1929, l'aire d'extension continue à s'étendre et particulièrement dans la vallée du Rhône et dans l'Ardèche (Aubenas) ; plus à l'ouest, dans l'Aude, on trouve la Cochenille au delà de Carcassonne, à Alairac, et dans les Pyrénées-Orientales, à Prades.

Enfin, en 1929, *Icerya Purchasi* fait pour la première fois son apparition sur la côte atlantique, où il est signalé par Feytaud dans les faubourgs de Bordeaux et aux abords immédiats de Biarritz. (Feytaud, *in litteris*, 1929.)

Propagation en Algérie

C'est en octobre 1920 qu'*Icerya Purchasi* fit pour la première fois son apparition en Algérie dans les pépinières Dupré et Vuillard, à Bou-

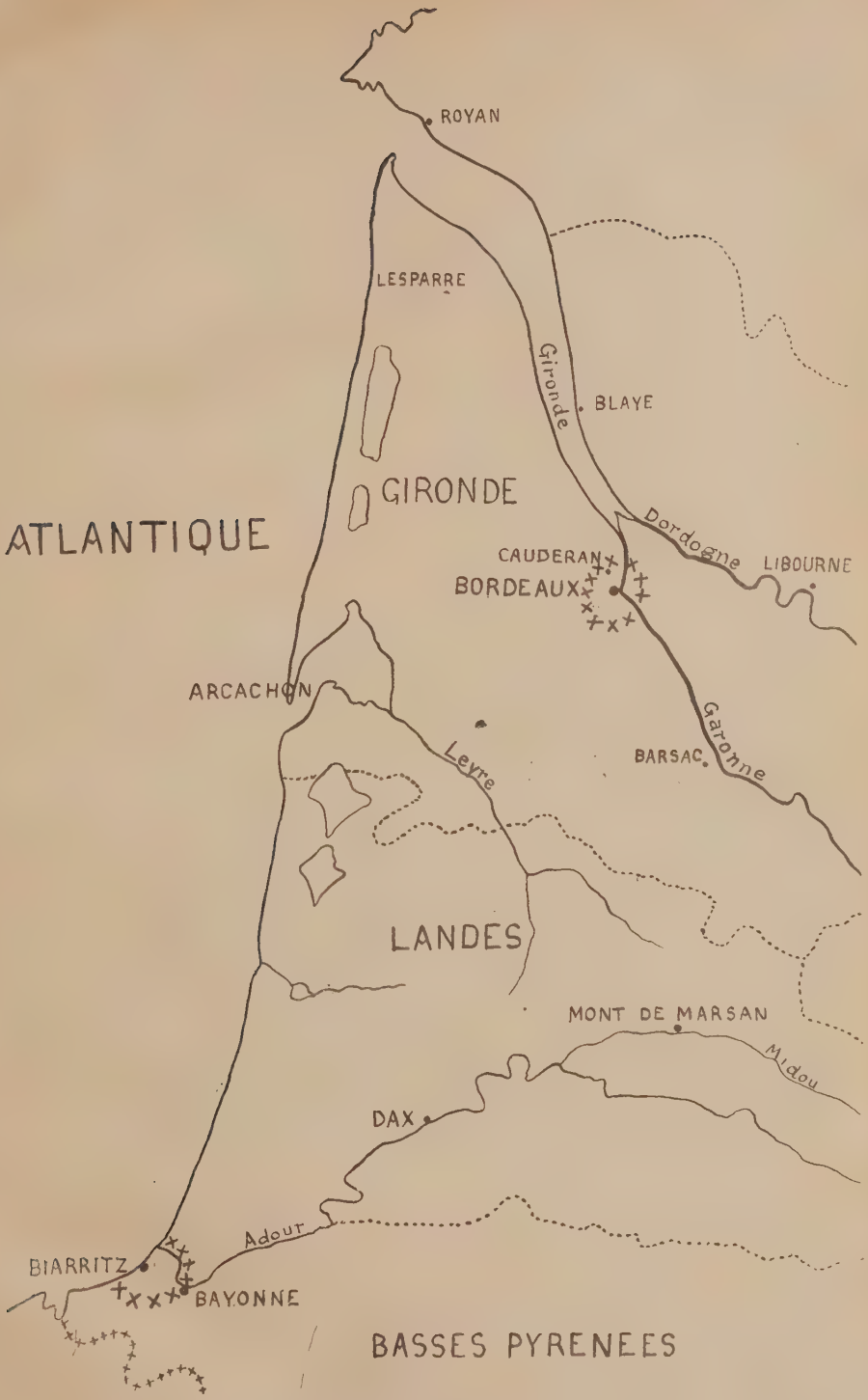
CARTE I. — Différentes phases de l'extension d'*Icerya Purchasi* sur le territoire français, les massifs montagneux (Alpes, Cévennes, Pyrénées) forment obstacle à l'in ressort également



date de son apparition (1912) jusqu'au 1er janvier 1930. On remarque que
la Cochenille. La formation de nouveaux foyers autour des villes
ment.

Carte II. — Extension de la Cochenille australienne en Corse. La partie centrale de l'île constituée par de hauts massifs montagneux n'est pas envahie par *Icerya Purchasi*.

(*Même légende que la Carte I.*)



Carte III. — Foyers apparus en 1929 dans le Sud-Ouest de la France.

CARTE IV. — Différentes phases de l'extension d'*Icerya Purchasi* en Algérie. Les hauts plateaux et les massifs montagneux (Atlas Tellien, Atlas Saharien) forment obstacle à la progression de la Cochenille vers le Sud. (*Même légende que la Carte I.*)

farik (département d'Alger), en plein centre citricole, jetant une véritable panique parmi les colons de cette riche partie de la Métidja. (Delassus, 1923.)

Un autre foyer apparut simultanément à la Chiffa, village situé à une vingtaine de kilomètres de Boufarik.

L'année suivante, quelques jardins d'Alger sont envahis, et l'acclimatation de *Novius cardinalis* est entreprise au Laboratoire de Zoologie de l'Institut Agricole d'Algérie.

En 1922, la zone d'extension s'étend légèrement et atteint Castiglione, sur le littoral algérois.

En 1923, de nombreux foyers font leur apparition dans les centres citricoles du département d'Oran (Misseghin, Sainte-Barbe-du-Tlélat, Aïn-Témouchent, Saint-Denis-du-Sig); la Cochenille continue à se propager dans le département d'Alger.

En 1924 et 1925, un grand nombre de petites localités sont envahies,

Fig. 1. — Grandes cages d'élevage démontables construites en 1927 à l'Insectarium du Jardin d'Essai d'Alger en vue de faciliter l'élevage de *Novius cardinalis* à l'arrière-saison (septembre-octobre).

(*Cliché Insectarium d'Alger.*)

les foyers isolés se soudent les uns aux autres et forment des zones d'invasion. (Carte IV.) En 1926, *Icerya Purchasi* apparaît dans des régions plus froides, notamment à Azazga, en Kabylie.

L'année 1927, qui fut particulièrement favorable au développement du parasite, marque une forte progression. Dans le département d'Oran, la Cochenille est signalée à Aïn-Turk, Perrégaux, Tlemcen. Le département de Constantine est envahi à son tour (Oued-Marsa, plaine de Bône, Bône, La Réunion) ; enfin, un foyer est signalé dans l'oasis de Biskra (Sud constantinois). L'Insectarium du Jardin d'Essai d'Alger est submergé de demandes de *Novius;* de grandes cages sont installées au cœur du Jardin d'Essai pour l'élevage intensif de la Coccinelle. (Fig. 1.)

En 1928, l'extension s'accentue encore. A l'heure actuelle, toute la zone côtière de l'Algérie, depuis Nemours (département d'Oran) jusqu'aux confins tunisiens (La Calle), est envahie, ainsi les grandes et riches plaines sublittorales du Sig, de la Métidja, de Phillipeville, de Bône, etc... Dans les massifs montagneux, la progression de la Cochenille est beaucoup plus lente, deux foyers seulement sont signalés en Kabylie (Azazga et Palestro), et dans tout le reste de ce massif comme dans ceux de l'Aurès, l'Ouarsenis et de l'Edough, *Icerya Purchasi* semble faire complètement défaut. Il en est de même sur les Hauts-Plateaux, où il ne semble pas pouvoir se maintenir en raison des basses températures hivernales et du faible degré hygroscopique de l'air. (V. p. 00.) Enfin, il est intéressant de noter que la Cochenille a pu se maintenir dans l'oasis de Biskra.

II. — PARTIE BIOLOGIQUE

Examen des différents facteurs qui règlent l'extension d'*Icerya Purchasi* en France et en Algérie

L'aire d'extension d'*Icerya Purchasi* en France est réglée par différents facteurs écologiques, qui influent sur l'espèce et l'empêche de s'étendre ou de se maintenir d'une façon constante hors de certaines limites géographiques, où les conditions biologiques sont favorables à son évolution. (1)

Théoriquement donc, *Icerya Purchasi* ne pourra jamais former de foyers permanents hors de ces zones géographiques, qui doivent correspondre à ce que Bodenheimer (1926) a appelé les « *frontières écologiques* » de l'espèce. Cet auteur est arrivé à déterminer mathématiquement les fron-

(1) Il n'est question dans cette étude que des foyers permanents. Rien ne s'oppose, en effet, à ce que la Cochenille australienne, accidentellement introduite dans des régions plus septentrionales, soit susceptible de s'y maintenir pendant la belle saison, ou même, en année favorable. C'est ainsi qu'elle fut signalée à Paris, Cahors, Suisse, etc. Mais elle disparut rapidement d'elle-même de ces localités sans l'intervention de *Novius cardinalis.* Il n'y aurait pas lieu, cependant, de négliger ces *foyers accidentels.* Un exemple suggestif est fourni par *Pulvinaria floccifera* Westw. Lécanine à affinité subtropicale, qui, accidentellement introduite aux environs de Paris, occasionna pendant 3 années consécutives des dégâts sensibles aux plantations de Fusain, puis disparut. (P. Marchal, 1907.)

tières écologiques d'une Monophlæbine, *Gueriniella serratulæ* F. en se servant de l'hyperbole équilatérale. (Bodenheimer, 1926, *a. b.*) Cette formule ne peut, à notre avis, s'appliquer à *Icerya Purchasi*, qui est une Cochenille introduite (d'origine australienne) et non spontanée comme *Gueriniella serratulæ;* d'autre part, Bodenheimer, dans sa formule, ne tient compte que de la température et fait abstraction de facteurs importants, tels que la composition de la flore, le degré hygrométrique, l'altitude, et d'autres influences, édaphiques, cosmiques, assez mal connues, et qui cependant doivent intervenir. Si l'on établit mathématiquement, en se servant de l'hyperbole équilatérale, que le zéro de développement d'*Icerya Purchasi* (température au-dessous de laquelle l'espèce ne peut se développer) est de 11° ctg., cela ne veut pas dire forcément que cette Cochenille sera susceptible de s'étendre dans toutes les régions où l'isotherme est de 11° ctg. La composition de la flore, le degré hygroscopique, l'altitude, l'intensité lumineuse, etc., sont autant de facteurs qui peuvent influencer son développement.

Par exemple, *Parlatoria ziziphi* Lucas, petite Diaspine spécifique des *Citrus*, ne pourra jamais s'étendre hors des orangeries, même si la région possède un milieu biologique favorable à son développement, et se trouve par conséquent, comprise dans ses «frontières écologiques ».

Influence de la température. — La haute température ne semble pas influencer *Icerya Purchasi*, à condition qu'elle soit accompagnée d'une certaine humidité. (Voir p. 12.) Ce Coccide se maintient depuis deux ans dans l'oasis de Biskra (Sud constantinois), où le thermomètre accuse fréquemment des températures de 45° ctg. en été. Il en est de même en Basse-Egypte (Delta et Fayoum), où la Cochenille surabonde, malgré les hautes températures estivales. (W. J. Hall, 1924.)

Par contre, *Icerya Purchasi* est assez sensible aux froids persistants, et ne semble pas pouvoir se maintenir dans les régions où l'hiver est régulier et par trop rigoureux. Si l'on examine la Carte I, donnant la progression de l'espèce en France, on remarque immédiatement que les massifs montagneux tels que les Alpes, les Cévennes et les Pyrénées, sont contournés et forment un obstacle infranchissable à son invasion.

En Algérie (Carte IV), non seulement les hauts massifs (Kabylie, Aurès, Atlas) ne sont pas envahis, mais les Hauts-Plateaux, où le thermomètre descend régulièrement pendant les nuits d'hiver au-dessous de 0° ctg., sont indemnes de Cochenilles (1). *Icerya Purchasi* se maintient, par contre, plus au sud, dans l'oasis de Biskra, où la moyenne hivernale est plus élevée.

(1) Les Hauts-Plateaux sont des régions de haute altitude (1.000 à 1.500 m.) et de faible humidité atmosphérique.

L'hiver de 1928-1929 fut particulièrement rigoureux dans le Midi de la France ; sur le littoral des Alpes-Maritimes et du Var des minima de — 12° ctg. ont été enregistrés, ce qui eut pour conséquence de faire périr un grand nombre de plantes subtropicales, telles que les Palmiers, Eucalyptus, Citrus, etc... Les oliveraies de la basse vallée du Rhône ont même beaucoup souffert. Ce froid a également eu sa répercussion sur *Icerya Purchasi;* un grand nombre de foyers ont disparu, si bien que, pendant l'été de 1929, la Station de Zoologie Agricole d'Antibes n'a reçu que 83 demandes de *Novius* au lieu de 196 en 1928.

Icerya Purchasi apparaît donc comme une espèce à affinité subtropicale assez exigeante au point de vue de la température.

L'extrême limite de dispersion géographique d'*Icerya Purchasi* passe actuellement en France, au nord de la zone de culture de l'Olivier. Il sera intéressant de suivre les nouveaux foyers apparus récemment sur la côte atlantique (Carte III) et de noter jusqu'à quel point l'Insecte est susceptible de s'étendre dans le Sud-Ouest.

La température optima de développement d'*Icerya Purchasi* semble correspondre à un climat doux, subtropical, analogue à celui d'Alger, où les moyennes de janvier et de juillet sont respectivement de 13° et 23° ctg., et où l'état hygroscopique de l'air est élevé.

Influence de l'humidité. — La chaleur humide est favorable à *Icerya Purchasi;* au Jardin d'Essai d'Alger, où l'humidité relative atteint fréquemment le soir 100 % (saturation complète), été comme hiver, cette Cochenille pullule dans les massifs de *Pittosporum* et d'*Acacia*. Il en est de même à Menton, où l'atmosphère est toujours très humide.

Dans le Var et les Alpes-Maritimes, *Icerya* se développe cependant très bien sur les pentes arides et ensoleillées des « garrigues », où le degré hygroscopique est relativement faible (30 % à 40 %). En Algérie, ce Coccide n'arrive pas à se maintenir d'une façon permanente dans les régions sèches telles que la plaine du Cheliff, les Hauts-Plateaux et le Sahara, où le thermomètre monte fréquemment en été au-dessus de 40° ctg. et où l'humidité relative descend souvent à 15 % et même au-dessous.

L'oasis de Biskra est la seule localité du désert où *Icerya* ait été signalé, c'est évidemment une région de faible humidité ; cependant, la palmeraie de cette oasis constitue un milieu relativement humide. La quantité énorme de vapeur d'eau qui se trouve libérée par la transpiration des Dattiers, et par l'évaporation des eaux d'irrigation, dont les multiples canaux sillonnent l'oasis en tous sens, augmente sensiblement le degré hygrométrique de l'air ambiant. La palmeraie de Biskra constitue un milieu biologique comparable au Delta du Nil, qui est en réalité une vaste oasis. Ni la palmeraie de Biskra, ni la Basse-Egypte ne peuvent être com-

parées, au point de vue hygroscopique, au désert environnant. C'est la raison pour laquelle cette Cochenille est susceptible de devenir éventuellement une espèce nuisible aux cultures en oasis. (1)

Icrya Purchasi apparaît donc, en réalité, comme une espèce hygrophile thermophile, à affinité subtropicale. Elle est cependant moins exigeante, au point de vue de l'humidité, que certaines autres Cochenilles introduites, telles que *Chrysomphalus dictyospermi* Morg. et surtout *Chrysomphalus aonidum* L., qui sont inféodées au littoral méditerranéen.

Rapports d'*Icerya Purchasi* avec la Flore spontanée et introduite

Icerya Purchasi est susceptible de vivre aux dépens d'un grand nombre de plantes sauvages ou introduites. Nous avons cru utile de retracer son habitat en Europe et en Afrique du Nord (y compris l'Egypte), en nous rapportant aux listes botaniques données pour cette espèce par L. Lindinger, P. Marchal, G. Leonardi, W. J. Hall, auxquelles nous avons ajouté des observations personnelles. (2)

Acacia dealbata ! *A. floribunda* ! *A. melanoxylon* ! *A. retinoïdes* ! *Acalypha* sp. *Ampelocystus* ! *Calycotome spinosa* ! *Capsicum annuum*. *Choisya* sp. *Chrysanthemum segetum* ! *Ch.* sp. ! *Cistus salviaefolius* ! *C. Monspeliensis* ! *C. heterophyllus* ! *C. albidus* ! *Citrus aurantium* ! *C. decumana* ! *C. nobilis* ! *C. japonica* ! *C. bigaradia* ! *C. limonum* ! *Coronilla pentaphylla* ! *Cotoneaster* sp. ! *Corynocarpus laevigata*. *Cupressus sempervirens*. *Cytisus* sp. ! *Eriobothrya japonica*. *Evonymus japonica* ! *Faba sativa* ! *Ficus nitida* ! *F. repens* ! *F. carica* ! *Genista pillosa* ! *Genista* sp. ! *Hedera helix* ! *Hibiscus rosa sinensis* ! *Ilex aquifolium* ! *Jacaranda mimosaefolia* ! *Jasminum officinale* ! *Kennedya* sp. *Laurus nobilis* ! *Lawsonia alba*. *Myoporum* sp. ! *Olea europea*. *Pittosporum tobira* ! *Pittosporum* sp. ! *Phaseolus* sp. *Pinus halepensis* ! *Pelargonium* sp. *Punica granatum*. *Quercus* sp. *Robinia pseudo-acacia*. *Rosa indica* ! *Rosa* sp. ! *Ricinus communis* ! *Rosismarinus officinalis*. *Solanum nigrum* ! *Sophora japonica*. *Schinus terebenthifolius* ! *Spartium junceum* ! *Smilax aspera* ! *Ulex europeus*. *Vitis vinifera* ! *Wistaria sinensis* !

Comme on peut s'en rendre compte, par la liste établie ci-dessus, *Icerya Purchasi* est susceptible de s'attaquer aux végétaux les plus variés, n'ayant aucun rapport apparent entre eux, et appartenant aux familles botaniques les plus diverses. De plus, cette Cochenille s'attaque indifféremment à tous les organes de la plante, racines exceptées.

Il est cependant des végétaux qui ne sont que très rarement attaqués par la Cochenille, ils forment son *habitat exceptionnel*, tels sont, par exemple, le Chêne, l'Olivier, le Grenadier et le Romarin signalés par Lindinger (1912) comme susceptibles d'héberger *Icerya Purchasi*.

D'autres plantes, par contre, comme *Pittosporum tobira*, les *Acacia*

(1) M. R. Rey, Inspecteur de l'Agriculture de Sfax (Tunisie) nous signale un foyer d'*Icerya* nouvellement apparu à Houmi-Souk, dans l'île de Djerba (extrême sud tunisien).

(2) Un point d'exclamation (!) après le nom de la plante, indique que l'habitat a été observé par nous en France ou en Algérie.

australiens (*A. dealbata, A. floribunda, A. cyanophylla,* etc.) et tous les *Citrus*, parmi la flore introduite, constituent *son habitat normal* ; ces végétaux sont habituellement très fortement parasités par la Cochenille.

Icerya Purchasi affectionne également un certain nombre de plantes spontanées du maquis méditerranéen, en particulier les *Cistes* (Balachowsky, 1929) et diverses Légumineuses ligneuses (*Calycotome, Genista, Coronilla, Cytisus,* etc.). Le Genêt d'Espagne (*Spartium junceum*) est également très attaqué et constitue, d'après Poutiers, un véritable « *refuge* » pour *Icerya Purchasi*, puisque *Novius cardinalis* n'attaque jamais la Cochenille lorsqu'elle se trouve fixée sur cette plante (2). Il est possible que l'odeur forte qui émane des Genêts ait une action répulsive sur le prédateur. La flore spontanée du maquis favorise le maintient et la dissémination de l'espèce sur le pourtour du bassin occidental de la Méditerranée.

Propagation par les Plantes

Au prime abord, *Icerya* apparaît comme une Cochenille très polyphage ; mais si l'on examine les choses en détail, on remarque que c'est toujours à peu près les mêmes plantes qui se trouvent parasitées. En admettant qu'en France et en Algérie, *Icerya Purchasi* affectionne au maximum une centaine de végétaux différents, ce nombre représente une infime partie des espèces qui composent la flore de ces régions ; encore faut-il comprendre dans cette évaluation toutes les plantes qui constituent l'*habitat exceptionnel* de la Cochenille et sur lesquelles elle ne se rencontre que très rarement. Son habitat normal est formé en réalité par une quarantaine de végétaux spontanés ou introduits pour l'ornementation dans les régions méditerranéennes.

Il est indubitable que la rapidité de propagation d'*Icerya Purchasi* a été favorisée par le commerce et le transport des végétaux contaminés.

Il est prouvé que l'introduction de la Cochenille en France s'est faite par des plantes provenant d'Italie. (P. Marchal, 1913.) De même, la contamination de l'Algérie a été provoquée par des *Mimosa* importés de la Côte d'Azur. (Delassus, 1923.) Si, d'autre part, on examine la carte d'extension d'*Icerya Purchasi* en France (Carte I, III), on est immédiatement frappé par le fait que les nouveaux foyers sont presque toujours apparus autour des agglomérations (Montpellier, 1921 ; Nîmes, 1921 ; Perpignan, 1923 ; Orange, 1922 ; Bordeaux et Biarritz, 1929) ; c'est également ce qui s'est produit en Algérie, où *Icerya Purchasi* fit presque simultanément son apparition dans des localités très éloignées les unes des autres, n'ayant aucune espèce de liaison entre elles (Saint-Denis-du-Sig, Bône, Biskra, Nemours, etc.).

(2) Poutiers (R.). — *in litteris*, 1929.

Les pépiniéristes, horticulteurs, propriétaires de jardins, etc., établis le plus souvent aux environs immédiats des villes, introduisent des plantes ornementales ou utilitaires des régions contaminées et provoquent ainsi sans le vouloir la création de nouveaux foyers.

Il existe certains points du territoire français et algérien que la Cochenille n'aurait jamais pu contaminer d'elle-même, si elle n'avait pas été transportée avec des plantes par l'homme. La palmeraie de Biskra constitue en ce sens un exemple suggestif.

Cette oasis est séparée des foyers du Tell par le massif de l'Atlas et les Hauts-Plateaux constantinois qui forment un obstacle infranchissible à son invasion, puisque sur toute cette étendue (environ 200 kilomètres), les conditions biologiques sont défavorables à son maintien. La Cochenille n'aurait donc jamais pu franchir *d'elle-même* les Hauts-Plateaux et gagner par une *invasion progressive* l'oasis de Biskra, où les conditions écologiques lui sont favorables. Il est très possible qu'*Icerya Purchasi* apparaisse un jour de la même façon dans l'oasis d'El-Goléa et dans d'autres localités sahariennes, où on introduit des plantes sans contrôle ni désinfection préalable.

En résumé, le commerce et le transport des végétaux a pour effet d'activer considérablement la propagation de l'espèce, dont l'extension biogéographique est réglée avant tout par des conditions écologiques. (*cf. supra.*) Dans certains cas particuliers, l'Homme a propagé la Cochenille dans divers points de notre territoire qu'elle n'aurait jamais pu contaminer d'elle-même par *invasion progressive*.

Propagation par le Vent

Depuis longtemps déjà les Coccidologistes sont d'accord pour accorder au vent une grande importance dans la dissémination des Coccides. (A. Berlese, 1898 ; Marchal, 1913 ; R. Newstead, 1901 ; E. E. Green, 1896 ; G. Leonardi, 1920.)

Ce sont principalement les larves néonates qui, grâce à leur légèreté, peuvent être transportées à de très grandes distances par la voie éolienne.

Nous avons vu (Balachowsky, 1929) que les larves néonates de *Pulvinaria mesembryanthemi* Vallot, Lecanine spécifique des Ficoïdes du genre *Mesembryanthemum*, avaient un poids insignifiant, puisqu'elles n'influencent pas le plateau d'une balance de précision sensible au 1/10e de milligramme. (1) Il est donc facile de concevoir que la légèreté des larves rend leur transport facile par les vents.

Dans une étude récente sur la faunule des îles d'Hyères, l'un de nous a fait ressortir (Balachowsky, 1929) qu'*Icerya Purchasi* n'a pu être trans-

(1) Une larve néonate d'*I. Purchasi* pèse certainement davantage.

porté à l'île du Levant (la plus isolée des îles d'Hyères) que par les vents, et notamment par le *mistral* qui souffle fréquemment avec vigueur dans cette région. Si la présence d'*Icerya Purchasi* peut, à la rigueur, s'expliquer à l'île de Port-Cros, par l'introduction de plantes provenant des régions contaminées du littoral voisin, il est bien difficile d'admettre cette hypothèse pour l'île du Levant, complètement abandonnée, et où, d'après J. Jahandiez (1929), aucune introduction de plantes n'aurait eu lieu depuis une trentaine d'années.

Le vent influe sur la dissémination d'*Icerya Purchasi* comme sur celle d'autres Cochenilles en transportant des larves d'une plante à l'autre ; l'espèce s'étend ainsi par *invasion progressive* autour des foyers initiaux, forme des *taches*, puis des *zones* d'invasion.

P. Marchal (1913) rapporte que les larves néonates d'*Icerya Purchasi* peuvent parcourir 5 centimètres à la minute, ce qui leur donne évidemment un pouvoir de dispersion assez considérable, puisqu'elles sont susceptibles de vivre plusieurs jours avant de se fixer. Si l'on considère, d'autre part, qu'*Icerya Purchasi* est une espèce semi-mobile, capable de se mouvoir encore à des stades assez avancés (contrairement à ce qui se passe pour les Diaspines et Lécanines), on comprend que la dissémination naturelle, combinée à l'action favorisante du vent, sont les principales causes de dispersion de l'espèce autour des foyers. Ce sont toutes ces conditions qui déterminent l'*invasion progressive* d'une région.

III. — DISPERSION DE *NOVIUS CARDINALIS* CYCLE ÉVOLUTIF. — BIOLOGIE

L'acclimatation de *Novius cardinalis* en France s'est faite sans aucune difficulté (Poirault et Vuillet, 1913); il en a toujours été de même dans les différentes régions circa-méditerranéennes où la Coccinelle a été successivement introduite pour enrayer les dégâts commis par *Icerya Purchasi*. (Delassus, 1923 ; Gomez-Clementi, 1929.) Ce prédateur doit être considéré, tant en Algérie que sur le littoral français de la Méditerranée, comme une espèce définitivement fixée, faisant désormais partie de la faune. (P. de Peyerimhoff, 1926 ; Balachowsky, 1928.)

Elevage et dispersion. — Les premiers élevages entrepris en France et en Algérie furent faits *en cage*, et ce, dans le but d'obtenir le plus grand nombre possible de Coccinelles, nécessaires à la dissémination.

Les prédateurs sont élevés dans des cages doublées de mousseline, où on les alimente constamment au moyen de brindilles chargées d'*Icerya*.

On prélève dans ces cages des *colonies* que l'on expédie par poste dans des « cageots » cylindriques de toile métallique très fine. Ces cageots, obturés par un large bouchon de liège, ne sont ouverts que sur les lieux

de contamination, après avoir été fixés aux branches chargées d'*Icerya*.

Actuellement, les élevages en cage ne sont pratiqués que dans des cas exceptionnels; il est infiniment plus commode d'avoir recours à des élevages en plein air, ou de faire de simples prélèvements sur des foyers naturels. On prélève des colonies de *Novius* dans une région anciennement envahie, où les foyers sont abondants, comme le littoral des Alpes-Maritimes, pour les envoyer dans des localités nouvellement contaminées, telles que Bordeaux ou Biarritz (Carte III), où *Novius* n'existe pas.

Les colonies doivent être composées de préférence par des individus au stade nymphal, afin d'avoir le maximum d'éclosions simultanées et des accouplements. Une colonie moyenne comprend 25 à 30 individus, au-dessous de ce chiffre, elle est dite *faible*, au-dessus, *forte*.

L'Insectarium de Menton et la Station de Zoologie Agricole d'Antibes ont expédié, depuis 1920, un nombre considérable de *Novius*, comme on peut s'en rendre compte par les chiffres établis ci-dessous :

1920	10 colonies			
1921	18 —			
1922	49 —	représentant	3.700	Novius.
1923	45 —	—	3.475	—
1924	84 —	—	4.430	—
1925	149 —	—	9.170	—
1926	146 —	—	6.790	—
1927	160 —	—	8.755	—
1928	196 —	—	7.770	—
1929	83 —	—	2.430	—

Soit, au 1er janvier 1930, près de 1.000 colonies représentant plus de 46.500 *Novius*.

Novius cardinalis s'est toujours acclimaté dans les régions où *Icerya Purchasi* se trouvait fixé, et il n'est pas d'exemple que, dans les nouveaux foyers, l'introduction de la Coccinelle n'ait été suivie d'acclimatation.

Cycle évolutif comparé d'*Icerya Purchasi* et de *Novius cardinalis*

En Italie, Berlese et Leonardi (1898) signalent 3 générations annuelles pour *Icerya Purchasi*; d'après ces auteurs, les éclosions auraient respectivement lieu en février, juin et septembre

Au Jardin d'Essai d'Alger, nous n'avons jamais constaté d'éclosions avant le mois de mars et après le mois de novembre. Au Cap d'Antibes (A.-M.), des éclosions ont encore été notées le 23 octobre 1929.

Dans le bassin occidental de la Méditerranée, l'existence de 3 générations annuelles semble être la règle générale, mais, de toutes façons, il n'existe aucune uniformité dans le développement de la Cochenille ; à toutes les époques de l'année, voir même en hiver, on rencontre des individus à presque tous les stades évolutifs (larves, larves au 2e âge, nymphes, femelles non fécondées, femelles en gestation).

Pour certaines colonies, trois générations s'échelonnent de mars à novembre et, pour d'autres, de février à septembre, comme l'indique Leonardi et Berlese ; ce qui est certain, c'est que ni en Algérie, ni dans le Midi de la France, on n'observe d'éclosions pendant la période hivernale (novembre à mi-février) (1).

Si l'on compare le cycle évolutif d'*Icerya Purchasi* à celui de *Novius cardinalis* (*Fig.* 2), on constate une très grosse différence.

Le prédateur n'apparaît généralement que vers le 15 mai en Algérie et, en 1929, dans les Alpes-Maritimes, la présence des Coccinelles n'a été constatée que le 24 juin. A partir de cette époque, il est extrêmement abondant et fait disparaître avec rapidité les foyers d'*Icerya*.

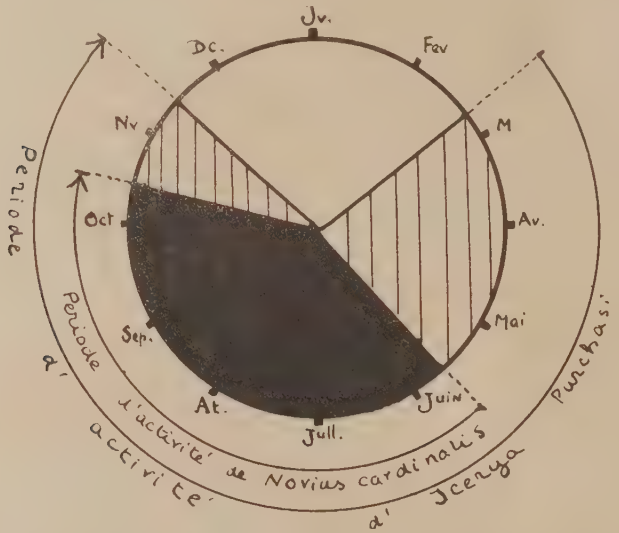


Fig. 2. — Schema indiquant la période d'activité comparée d'*Icerya Purchasi* et *Novius cardinalis*. Les hachures indiquent les périodes pendant lesquelles la Cochenille peut se développer sans être inquiétée par son prédateur.

Au mois d'octobre, le prédateur devient rare et commence à s'enfouir sous les feuilles sèches et débris divers, pour hiverner (Balachowsky, 1928), ce n'est que tardivement, au printemps suivant, qu'il reprendra son activité.

De mai à octobre, 6 générations de *Novius cardinalis* se succèdent : soit le double de celles d'*Icerya Purchasi*. (P. Marchal, 1913.) L'activité du prédateur commence plus tard et finit plus tôt que celle de son hôte, ce qui revient à dire que la Cochenille peut se développer à certaines périodes de l'année sans être inquiétée par son agresseur. (*Fig.* 2.)

(1) Il est difficile de suivre dans la nature le cycle évolutif complet d'une colonie d'*Icerya*, car elle se trouve très rapidement dévorée, en été, par son prédateur.

C'est cette différence entre le cycle évolutif des deux espèces qui doit déterminer *a priori* l'équilibre biologique entre la Cochenille et son prédateur.

En février-mars, les femelles d'*Icerya* ayant passé l'hiver, donnent une 1re génération d'individus, qui pullulent et envahissent vigoureusement les végétaux ; cet envahissement s'accentue rapidement jusqu'en juin ; à partir de cette époque, *Novius cardinalis* fait son apparition et dévore les pontes et les larves néonates de 2e génération d'*Icerya*, ce prédateur étant presque exclusivement oophage.

En septembre, après 4 mois d'activité, on ne trouve plus que quelques rares colonies d'*Icerya* indemnes, et peu de *Novius* (1).

En octobre, *Novius cardinalis* disparaît pour hiverner et ne se rencontre plus qu'accidentellement.

Quelques femelles d'*Icerya* plus ou moins isolées, échappées au prédateur, donneront leur 3e génération en octobre, qui envahira les végétaux jusqu'au mois de novembre sans être inquiétée; cette envahissement subira un ralentissement en hiver et une « reprise » au printemps; il ne sera jugulé que par l'apparition du *Novius* au printemps suivant (mai ou juin, suivant les localités).

La « reprise » d'*Icerya* en automne et au printemps inquiète chaque année les horticulteurs des Alpes-Maritimes et les citriculteurs algériens.

Rapport du Prédateur vis-à-vis de son hôte

L'attirance qu'exerce *Icerya Purchasi* sur son parasite est très grande, elle n'est pas massive, *mais individuelle;* pendant la période d'activité de *Novius cardinalis*, toute colonie d'*Icerya*, si petite soit-elle, est susceptible d'attirer le prédateur.

Si cette attirance n'existait pas, *Novius* disparaîtrait, car c'est un prédateur spécifique d'*Icerya Purchasi*, qui semble incapable de vivre chez nous aux dépens d'autres Cochenilles (2). Cette attirance répond à la nécessité de procurer au parasite la nourriture indispensable à son existence; d'autre part, *Novius cardinalis* pond ses œufs au milieu des masses d'*Icerya* ou sur les sacs ovigères des femelles en gestation.

Il est difficile de préciser jusqu'à quelle distance cette attirance est susceptible de s'exercer. Dans les massifs des Maures et l'Estérel, nous avons invariablement observé la présence de *Novius cardinalis* au milieu des colonies d'*Icerya*, dans des endroits très isolés.

Nous avons vu plus haut, et dans une note récente, que la contami-

(1) C'est pour l'obtention de colonies tardives que l'Insectarium du Jardin d'Essai d'Alger continue des élevages en cages (Fig. 1).

(2) *Novius cardinalis* s'attaque également à *Icerya aegyptica* Douglas, en Egypte et probablement à d'autres représentants exotiques du genre *Icerya* Sign.

nation de l'île du Levant par *Icerya Purchasi* ne peut s'expliquer que par le vent (Balachowsky, 1929) ; or, toutes les colonies d'*Icerya Purchasi* que nous avons observées sur les peuplements de Cystes de l'île étaient invariablement dévorées par *Novius cardinalis*.

M. Poutiers a envoyé en 1924 une colonie de *Novius* à l'île de Porquerolles, distante d'une dizaine de kilomètres de celle du Levant et séparée de celle-ci par un bras de mer (Grande Pases des Iles d'Hyères) de 7 kilomètres.

Novius cardinalis a donc gagné l'île du Levant en partant soit des foyers de Porquerolles, soit de ceux du littoral, distant d'une dizaine de kilomètres.

Rien ne prouve cependant que les quelques maigres foyers d'*Icerya* disséminés à travers le maquis de l'île du Levant aient attiré des *Novius* de si loin ; il s'agirait alors d'une attirance inconnue, psychique, ce qui est bien difficile à admettre, car il est prouvé que l'attirance visuelle ou olfactive ne peut s'exercer à des distances aussi grandes.

Le transport du prédateur a fort bien pu se faire de la même façon que pour son hôte, par les vents. Un certain nombre de *Novius* ont pu être poussés par le mistral de la côte jusqu'à l'île du Levant. Tombés là, ils furent attirés par les colonies d'*Icerya* disséminées à proximité, dans le maquis.

A l'île de Port-Cros, où *Novius* n'a jamais été introduit, il parasite également *Icerya Purchasi* dans les mêmes conditions.

Une présence aussi constante de la Coccinelle sur des colonies isolées, dans des endroits isolés, fréquemment éloignés les uns des autres, est dû à l'attirance spécifique qu'exerce la Cochenille sur son prédateur.

Lorsque l'*Icerya Purchasi* se développe à l'abri de son prédateur, comme cela se produit presque toujours dans les nouveaux foyers de contamination, la pullulation de la Cochenille est extraordinaire et prend rapidement, au point de vue agricole, l'allure d'un véritable fléau.

A Boufarik (département d'Alger), avant l'introduction de *Novius*, les orangeries semblaient « recouvertes de neige »; après deux ans d'invasion quelques colons n'ayant pas confiance dans les méthodes de lutte biologique, firent abattre leurs arbres qu'ils croyaient irrémédiablement perdus. (Balachowsky, 1925 ; Delassus, Balachowsky, Brichet, 1927.)

Il nous paraît intéressant de rappeler ici que les nouveaux foyers qui se forment, le plus souvent par le transport de végétaux contaminés, se sont toujours révélés indemnes de *Novius cardinalis*. Ainsi, en France comme en Algérie, la Cochenille fit son apparition sans son prédateur, qu'il a fallu introduire ultérieurement. Il est prouvé que la contamination de la France s'est faite par des plantes provenant d'Italie, où la Coccinelle était acclimatée depuis longtemps ; de même, les Mimosas de la Côte

d'Azur, qui contaminèrent l'Algérie en 1920, provenaient d'une région où le *Novius* pullulait depuis huit ans. A Montpellier (Lichtenstein, 1921), la présence d'*Icerya* a été notée en 1921 sans *Novius*, et il en a toujours été de même jusqu'à présent dans les nouveaux lieux de dispersion (Biskra, Bône, Bordeaux, Biarritz, etc.).

La contamination de ces centres a presque toujours été provoquée, comme nous l'avons vu plus haut, par le transport des végétaux. Or, le commerce des sujets de multiplication (pieds enracinés, boutures, greffons, etc.), par lesquels la Cochenille peut se trouver transportée, s'effectue surtout en automne et en hiver, quelquefois au printemps, et rarement en été, c'est-à-dire le plus souvent à des périodes où le prédateur hiverne à l'état d'imago enfoui sous les débris organiques divers. Si, d'autre part, une colonie d'*Icerya* isolée est transportée en été avec des larves de *Novius* dans un nouveau centre, très éloigné, elle *est dévorée en totalité* et *disparaît*, puisqu'elle constitue la seule nourriture susceptible d'être acceptée par un prédateur très vorace. Le *Novius* privé de nourriture *meurt* à son tour. Le nouveau foyer s'éteint donc naturellement. C'est ce qui se produit artificiellement dans un élevage en cage où la nourriture n'est pas renouvelée.

La contamination de nouveaux centres ne peut se faire que par des colonies d'Icerya *indemnes* de Novius, par conséquent à des époques où le prédateur hiverne (octobre-mai).

Toute colonie d'*Icerya* transportée dans un centre isolé entre octobre et mai sera susceptible de créer un foyer de contamination, et l'introduction artificielle de *Novius* sera indispensable pour juguler ses dégâts.

Autres ennemis d'*Icerya Purchasi* en France et en Algérie

Novius cardinalis est un prédateur spécifique d'*Icerya Purchasi*, introduit en 1888 d'Australie par Riley et Koebele en Californie, d'où il a été répandu par la suite dans toutes les régions du globe contaminées par la Cochenille.

Koebele a trouvé en Australie toute une gamme de prédateurs et parasites d'*Icerya Purchasi* mais, seul *Novius cardinalis* a été retenu, ayant été considéré comme de beaucoup le plus actif (1).

Nous avons recherché si, en France et en Algérie, *Icerya Purchasi* n'était pas parasité par un prédateur ou par un parasite endophage *indigène* qui se serait mis à vivre à ses dépens, comme cela s'est produit pour d'autres espèces exotiques.

(1) Parmi les parasites actifs d'*I. Purchasi*, il faut encore citer un Diptère, également découvert en Australie par A. Koebele, *Lestophonus* (*Cryptochaetum*) *iceryae* Skuse. Cet auxiliaire n'a pas été introduit en Europe. (Koebele 1893.)

Nous avons recueilli à plusieurs reprises, dans nos élevages effectués à l'Insectarium du Jardin d'Essai d'Alger (Balachowsky, 1928), *Coccidiphaga scitula* Rbr., petite Noctuelle carnassière du groupe des Erastrianæ, dont la chenille oophage se nourrit des pontes de différentes espèces de Lécanines (*Céroplastes rusci.* L., *Saissetia oleæ* Bernard, *Saissetia hemisphærica* Targ.).

Coccidiphaga scitula Rbr. est un Lépidoptère d'origine méditerranéenne qui s'est adapté dans une certaine mesure à parasiter *Icerya Purchasi;* toutefois, cette adaptation semble nouvelle, car nous ne l'avons recueilli que dans quelques élevages effectués en Algérie, et c'est en vain que nous l'avons recherché dans les Alpes-Maritimes parmi les colonies d'*Icerya.* Leonardi (1920) ne le signale pas en Italie comme susceptible de vivre aux dépens de cette Cochenille. A Alger, *Coccidiphaga scitula* a toujours été observé parasitant de très fortes colonies d'*Icerya;* plusieurs individus nous sont éclos d'une grosse branche de *Pittosporum tobira,* si abondamment chargée de Cochenilles qu'elle se trouvait entièrement recouverte d'un épais feutrage blanc constitué par les ovisacs d'*Icerya.* L'action prédatrice de *Coccidiphaga scitula* vis à vis d'*Icerya Purchasi* est accidentelle et ne semble se manifester que dans certains cas, où *Icerya* forme des masses importantes sur les végétaux qu'il parasite. Il est possible que l'on soit ici en présence d'un exemple d'attirance spéciale, mise en avant par E. Rabaud (1917) sous le nom d' « *attirance massive* ». Certains foyers importants d'*Icerya Purchasi* exerceraient par leur nombre, leur densité massive, une attraction, une attirance, sur un prédateur affectionnant habituellement d'autres espèces.

Nous n'avons jamais observé, parmi les colonies d'*Icerya Purchasi, Chilochorus bipustulatus* L., Coccinelle indigène, vivant aux dépend d'un grand nombre de Cochenilles exotiques acclimatées dans le bassin méditerranéen.

Des prédateurs et parasites endophages ont été signalés dans différentes régions du globe où *Icerya Purchasi* a été accidentellement introduit, comme susceptibles de s'attaquer à la Cochenille. Lounsbury a observé en Afrique du Sud une Coccinelle, *Rodalia Iceryæ* détruisant les colonies d'*Icerya;* Gossard signale une Pyrale affectionnant divers Lécanines en Floride, *Lætilia coccidivora,* comme susceptible de s'attaquer à *Icerya Purchasi* dans ce pays.

Des Chalcidiens, *Coccophagus californicus* How. et *Isodromus Iceryæ* How. sont signalés en Californie comme vivant également à ses dépens.

Dans les régions circa-méditerranéennes, aucun Hyménoptère endophage n'a encore été signalé, à notre connaissance, comme susceptible de s'attaquer à la Cochenille australienne.

Conclusion

Nous nous sommes efforcés, dans cette étude, de retracer d'une façon méthodique la progression d'*Icerya Purchasi* en France et en Algérie, et d'analyser le rôle joué par les différents facteurs écologiques dans cette dispersion.

Nous avons pu confirmer et mettre en évidence, par des observations personnelles, les quelques points suivants :

1° L'aire d'extension d'*Icerya Purchasi* en France et en Algérie est réglée avant tout par des facteurs écologiques.

2° Certaines causes accidentelles (influence de l'homme par le commerce et transport des végétaux) ont eu une grande influence sur la rapidité d'extension d'*Icerya Purchasi*.

3° L'expérience a démontré que jusqu'à présent les « exigences biologiques » d'*Icerya Purchasi* et de *Novius cardinalis* étaient les mêmes, le prédateur s'étant toujours acclimaté dans les localités où *Icerya Purchasi* a pu lui-même se maintenir.

4° L'équilibre biologique qui existe entre le prédateur et son hôte est réglé en réalité par une différence entre le cycle évolutif des deux espèces et dans le nombre de ses générations.

Cet équilibre se traduit au point de vue agricole par un résultat positif fort avantageux.

5° Le prédateur, tout en limitant très efficacement la multiplication de la Cochenille australienne, n'entrave nullement son extension géographique.

En résumé, il ne semble pas qu'à l'heure actuelle *Icerya Purchasi* ait atteint en France son extrême limite d'extension. Il est fort probable que la Cochenille s'étendra encore dans le Sud-Ouest, et que les foyers atlantiques se souderont un jour à ceux de la Méditerranée par la vallée de la Garonne et le bas Languedoc.

Au point de vue agricole, la Cochenille ne présente plus qu'un intérêt secondaire, mais elle ne doit pas passer pour un Insecte absolument inoffensif. Il arrive fréquemment que les plantes ornementales délicates, telles que les *Mimosa*, aient à souffrir de ses attaques au printemps avant l'apparition des Coccinelles.

La dissémination des *Novius* doit continuer à se faire dans les nouveaux foyers, mais elle n'a aucun sens et devient inutile dans les anciennes zones d'invasion, où le prédateur se trouve définitivement fixé.

Au point de vue biologique, l'extension de la Cochenille australienne et de son parasite constitue un exemple d'équilibre remarquable, et soulève à la fois des problèmes d'un intérêt scientifique et pratique.

(*Station de Zoologie Agricole et Insectarium d'Antibes.*
1er *janvier* 1930.)

BIBLIOGRAPHIE

1925. Balachowsky (A). — Les Cochenilles nuisibles aux Aurantiacées en Algérie et leurs traitements. (*Rev. Agr. Af. du Nord*, 322-325). — Alger.

1928. Balachowsky (A.). — Observations biologiques sur les parasites des Coccides du Nord-Africain. (*Ann. des Epiphyties*, T. XIV). — Paris.

1929. Balachowsky. — Contribution à l'étude des Coccides en France (première note). Faunule des Iles d'Hyères. (*Bull. Soc. Ent. Fr.*). — Paris.

1898. Berlese (A.) et Leonardi (G.). — (*Annali di Agricultura*, p. 29). — Rome.

1926*a*. Bodenheimer (F. S.). — Les frontières écologiques d'une Cochenille *Guerinia serratulae* F. (*Bull. Soc. Ent. Fr.*, p. 195). — Paris.

1926*b*. Bodenheimer (F. S.). — Die Bedeutung des Klimas für die Landwirtshafliche Entomologie. (*Zeitschr. für Angew. Ent.*, XII, p. 91-122). — Berlin.

1923. Delassus (M.). — *L'Icerya Purchasi* dans le département d'Alger et l'acclimatation de son parasite *Novius cardinalis*. (*Rev. Agric. Af. Nord*, n° 185). — Alger.

1927. Delassus (M.) (en coll. avec Balachowsky, Brichet). — Les Ennemis des cultures fruitières en Algérie et leurs traitements, première édition). — Alger.

1929. Gomez-Clemento (F.). — Trabajos de propagacion del *Novius cardinalis* parasito de la *Icerya Purchasi* durante los anos 1925 a 1929. — Valencia.

1896. Green (E. E.). — The Coccidae of Ceylon. (*Dulau and C°*). — London.

1922. Hall (W. J.). — Observations on the Coccidae of Egypt. (*Techn. and. Sc. Serv. Bull. minist. Agric., Egypt*, n° 36). — Le Caire.

1929. Jahandiez (E.). — Les Iles d'Hyères. (Rebufa et Rouard, édit.). — Toulon.

1893. Kœbele (A). Studies of parasitic and prédaceous insects in New-Zeland, Australia. and adjacent islands. Rep. of U. S. dpt. Agriculture, Washington.

1920. Leonardi (G.). Monografia delle Cocciniglie italiane. — Portici.

1921. Lichtenstein. — De l'apparition dans le département de l'Hérault de *Icerya Purchasi* et de la teigne de la Pomme de terre. (*Progrès Agricole et Viticole*). — Montpellier.

1912. Lindinger (L.). — Die Schildläuse Europas. — Stuttgart.

1913*a*. Marchal (P.). — *Icerya Purchasi* et *Novius cardinalis*. (*Ann. des Epiphyties*, T. I). — Paris.

1913*b*. Marchal (P.). — (*C. R. Acad. Sc.*, T. 157, p. 561. *Séance du 13 octobre*). — Paris.

1922. Mercet (R. G.). — Nota sobre *Icerya Purchasi* en España. (*Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, p. 136 à 141). — Madrid.

1901. Newstead (R.). — *The British Coccidae*. (Vol. I, *Ray. Soc.*). — London.

1926. Peyerimhoff (P. de). — Notice sur la biologie de quelques Coléoptères nord-africains. 4e série. (*Ann. Soc. Ent. Fr.*). — Paris.

1913. Poirault (G.) et Vuillet (A.). — L'acclimatation de *Novius cardinalis* en France. (*Ann. des Epiphyties*, T. I). — Paris.

1917. Rabaud (E.). — La vie et la mort des espèces. (*Bull. Scient. Fr. et Belg.*, L. n° 4). — Paris.

1926. Vayssière (P.). — Contribution à l'étude biologique et systématique des Coccidae. (*Ann. des Epiphyties*, T. XII, fasc. 4 et 5). — Paris.

LA LUTTE CONTRE LA MALADIE DES CHATAIGNIERS

par

J. DUFRENOY

Sommaire

I. — La Maladie de l'Encre. — § 1 : Symptômes, p. 25 ; § 2 : Répartition géographique, p. 26 ; § 3 : La cause de a maladie, p. 26 ; Historique ; Le *Blepharospora cambivora* Petri, p. 28.

II. — Méthodes de lutte. — § 1 : Préservation des Châtaigneraies indemnes, p. 33 ; § 2 : Traitements du sol, p. 33.

III. — Les Chataigniers exotiques. — § 1 : Les Plantations expérimentales, p. 33 ; § 2 : L'utilisation des diverses espèces de *Castanea*, p. 36 ; *a*) *C. crenata* (Châtaigniers du Japon) ; *b*) *C. mollissima*, *C. Seguini*, *C. Henryi* (Châtaigniers de Chine) ; § 3 : Résistance des Châtaigniers d'Extrême-Orient à la maladie de l'Encre, p. 38 ; § 4 : Résistance à la sécheresse, p. 42 ; § 5 : Les Châtaigniers japonais redoutent les sols compacts, p. 43 ; § 6 : Plantation des Châtaigniers, p. 45 ; § 7 : Recépage, p. 45 ; § 8 : Dépérissements des troncs, p. 46 ; § 9 : Les Châtaigniers japonais comme porte-greffe, p. 46 ; § 10 : Les Châtaigniers japonais comme producteurs directs, p. 47 ; § 11 : Recherches génétiques, p. 48.

Conclusions, p. 48.

CHAPITRE PREMIER

LA MALADIE DE L'ENCRE

1. — Symptômes

Dans une châtaigneraie jusque là florissante trois ou quatre Châtaigniers montrent d'abord des feuilles jaunissantes et rabougries ; ils ne forment plus que des entre-nœuds courts et, aux extrémités des rameaux, les feuilles paraissent tassées en rosettes.

Bientôt les pointes des branches se dessèchent, souvent d'abord sur la face ouest ou sud-ouest de l'arbre. En arrachant l'écorce au pied de l'arbre, au-dessous des branches dépérissantes, on met à nu une plage brunie du cambium, irrégulièrement rétrécie en triangle vers le haut, et prolongée vers le bas le long d'une ou plusieurs grosses racines

A chaque saison successive, une nouvelle lésion intéresse un nouveau secteur du cambium, au niveau du collet, et provoque le dépérissement des branches situées au-dessus.

La mort survient souvent brusquement, aux mois de juillet-août, par « apoplexie ». Parfois, au contraire, les arbres survivent plusieurs années à un rabougrissement progressif.

2. — Répartition géographique de la Maladie de l'Encre

La Maladie de l'Encre sévit en Italie, de Bologne à Rome; en Espagne, au Portugal, en Corse et en France continentale, où elle a ravagé antérieurement les châtaigneraies basques, puis celles du Béarn, de la Montagne Noire, de l'Aveyron, du Limousin, de l'Auvergne, du Nontronnais, des Charentes et de la Bretagne.

Nous avons remarqué, cette année, des foyers de Maladie de l'Encre dans la vallée de la Creuse, à Saint-Jallet, aux environs de Crozant.

La maladie affecte surtout les châtaigneraies d'arbres greffés de variétés commerciales. Cependant, depuis quelques années, des dépérissements de plus en plus graves affectent les taillis du Haut-Limousin et, cette année, à la requête des services de la Préfecture de la Loire-Inférieure, nous avons visité de nombreux taillis détruits par la Maladie de l'Encre, dans la région nantaise. Enfin, sur les conseils de M. le Conservateur des Eaux-et-Forêts de Niort, nous avons visité, avec M. l'Inspecteur des Forêts Marsat, la forêt de Vouvant, puis la forêt de Secondigny; des souches de taillis affectées par la Maladie de l'Encre ont été extraites devant nous, et nous avons pu isoler le *Blepharospora* à diverses reprises, en juillet, puis en novembre.

3. — La cause de la Maladie de l'Encre

Historique. — Depuis une quarantaine d'années que les châtaigniers sont affectés, dans diverses régions de l'Europe occidentale, par la Maladie de l'Encre, de nombreux chercheurs se sont préoccupés de l'étiologie de cette affection, et M. Foex a récemment résumé leurs travaux. Rappelons que Gibbelli, en Italie, avait d'abord invoqué comme cause de la maladie un épuisement du sol en principes nutritifs; cette théorie est demeurée fort populaire avec diverses variantes. Pour Frank, c'est le défaut d'humus dans les sols qui provoquerait les dépérissements des châtaigniers. Delacroix adopte cette conclusion, tout en reconnaissant que la maladie sévit aussi dans les sols riches en humus.

Gibbelli, d'ailleurs, avait signalé que des filaments mycéliens existent constamment à la surface des radicelles des châtaigniers; Frank créa, pour désigner cette association, le terme de mycorhizes et les travaux classiques de Mangin nous ont fait connaître la signification biologique de ces mycorhizes et ce savant a décrit un champignon parasite de ces mycorhizes, le *Mycelophagus castaneæ*.

Ducomet, en Bretagne; Briosi et Farneti, en Italie, ont étudié les lésions à *Coryneum*, lésions qui viennent fréquemment se superposer, pour les masquer, aux lésions initiales de la Maladie de l'Encre. (Pl. I).

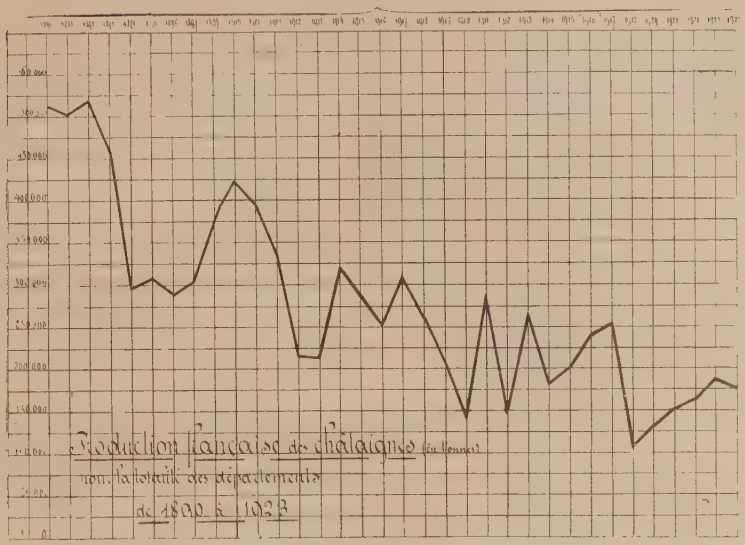


Fig. 1. — Depuis 1894, époque où commença de sévir la Maladie de l'Encre, la production française des châtaignes a rapidement baissé. (*Cliché P. O.*)

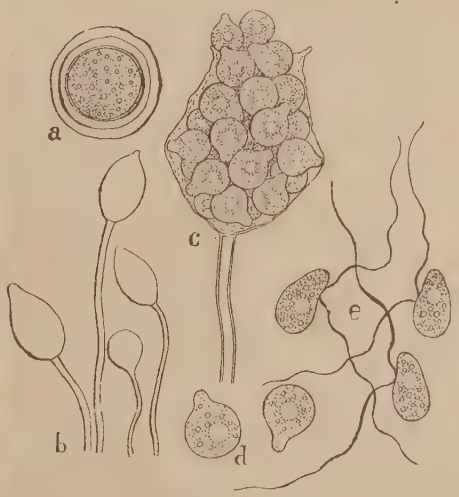


Fig. 2. — Organes de reproduction du *Blepharospora*, d'après Petri : *a* oospore ; *c* zoosporange mûr ; *e* zoospores. (*Cliché P. O.*)

Fig. 3. — Photomicrographie de zoosporange de *Blepharospora* se vidant de ses zoospores, d'après Petri. (*Cliché P. O.*)

Le Blepharospora cambivora Petri

L'importance de la destruction des Châtaigneraies du Limousin a justement ému les populations intéressées, et a provoqué la création, en 1920, de la Station de Pathologie Végétale de Brive.

Au moment où furent entreprises les recherches à la Station de Pathologie Végétale de Brive, Petri, en Italie, venait d'isoler, des Châtaigniers affectés par la « Malattia del Inchiostro », un champignon voisin des *Phytophtora*, qu'il baptisa *Blepharospora cambivora*, et auquel il attribua la responsabilité de la maladie.

A ce moment, en France, Coudercc avait reconnu le caractère infectieux de la Maladie de l'Encre, et il en attribuait la cause à un champignon contaminant les racines à partir du sol : nous pensons, d'après ce qu'il nous a montré, que Coudercc a vu le *Blepharospora* dans les racines affectées, mais il n'a pu l'isoler en culture pure.

Les praticiens savaient que la maladie débute dans une châtaigneraie par le dépérissement d'un arbre, qu'elle s'étend progressivement de cet arbre aux voisins, et que les jeunes châtaigniers indigènes, replantés à l'emplacement des châtaigniers morts, dépérissaient en 2 ou 3 ans; ils reconnaissaient que le sol des châtaigneraies affectées devient impropre à la culture des châtaigniers.

Malheureusement, chaque praticien répétait cette expérience pour son compte, faute d'être instruit de la cause de la maladie, qu'il attribuait volontiers à une « fatigue du sol », à un « défaut d'engrais ».

Le premier résultat de nos recherches, à la Station de Pathologie Végétale de Brive et dans les régions méditerranéennes, a été d'établir que les dépérissements des châtaigneraies des différentes régions de l'Europe occidentale sont causés par la même maladie contagieuse; qu'un même champignon, le *Blepharospora cambivora* Petri, peut, dans ces différentes régions, être isolé des lésions caractéristiques de la Maladie de l'Encre; enfin, que ce champignon est pathogène pour les Châtaigniers indigènes (*Castanea vesca*), tandis qu'il est impuissant à faire dépérir les Châtaigniers d'Extrême-Orient (*Castanea crenata*).

Petri, puis nous-mêmes, avons montré que les Châtaigniers que fait dépérir la Maladie de l'Encre montrent toujours, entre le bois et l'écorce, à la base du tronc, au niveau du collet ou à la naissance des grosses racines, et généralement sur la face exposée au sud-ouest, une tache allongée en pointe vers le haut, où le cambium, bruni ou noirci, se distingue nettement du cambium sain, blanc nacré.

C'est vers le bord estompé de ces taches que vit le parasite, dont les filaments, disparaissant assez rapidement des tissus qu'ils viennent de tuer, s'insinuent entre les cellules saines des tissus situés entre le bois et l'écorce.

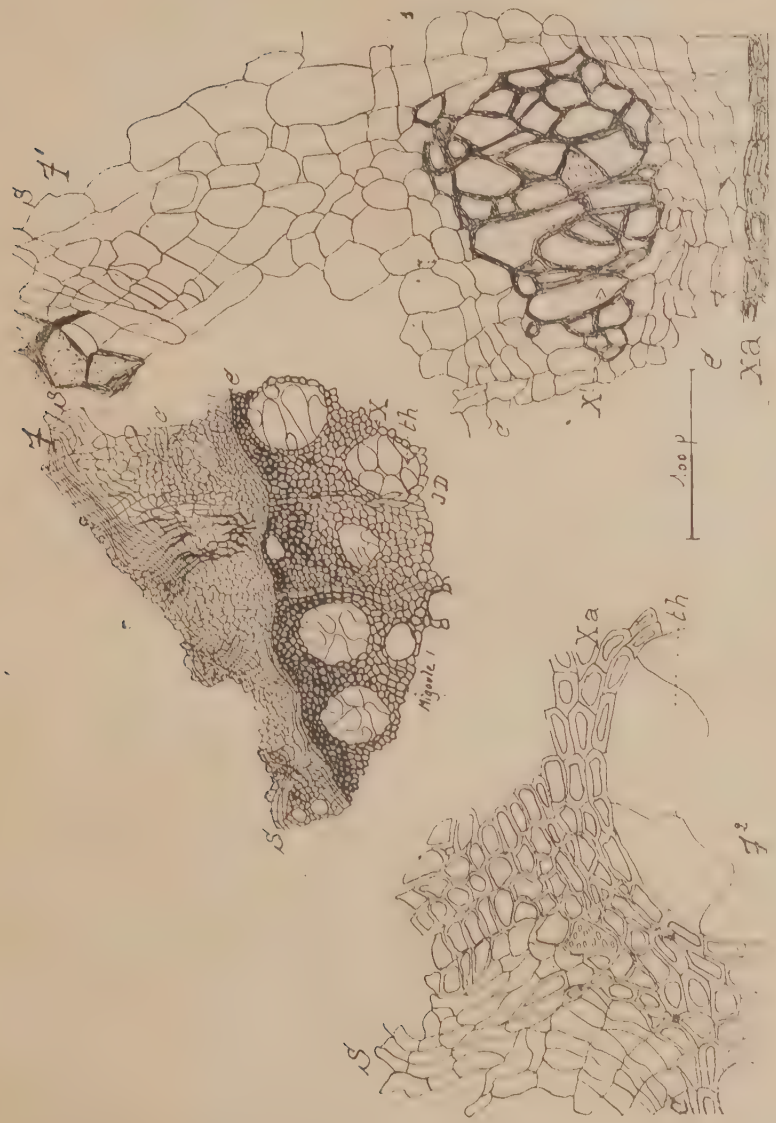


FIG. 4. — Coupes transversales de la région cambiale du collet d'un tronc de Châtaignier affecté par la Maladie de l'Encre : les vaisseaux du bois sont remplis de thylles (th) le tissu libérien montre des plages subérifiées (S). (*Cliché P. O.*)

Ces taches du cambium, qui s'étendent rapidement en hauteur au début du printemps, se cicatrisent généralement au cours de cette saison. Un gros Châtaignier est rarement tué par la première attaque, mais il succombe à la répétition des attaques, qui, à chaque printemps, entament successivement le cambium jusqu'à l'encercler.

Il faut décoller à la hache l'écorce épaissie de rhytidome qui recouvre la base du tronc des arbres âgés pour déceler, entre le bois et l'écorce, les secteurs tués par le *Blepharospora*.

Sur les jeunes arbres, l'écorce mince affectée par la lésion profonde laisse nettement apercevoir le contour de cette lésion, mais, très rapidement, ce secteur d'écorce devient la proie de champignons tels que le *Coryneum*, dont la lésion recouvre au début la lésion profonde due au *Blepharospora*, pour ensuite la dépasser.

Sur les souches recépées, l'attaque du *Blepharospora*, s'exerçant toujours au niveau du sol, et faisant apparaître les lésions caractéristiques entre le bois et l'écorce, provoque la fanaison des brins ou des perches du côté affecté. L'écorce de ces perches est envahie dès avant la fanaison par divers champignons, *Coryneum*, *Cytospora*, que nous avons décrits ailleurs, et qui ne doivent pas faire oublier le parasite primaire, le *Blepharospora*.

En effet, lorsqu'après décortication au collet, de l'arbre ou de la souche, nous prélevons des fragments de tissus du cambium vers les bords d'une lésion en évolution, pour les transporter en tube stérile sur milieu nutritif, nous voyons se développer, vers le 8e jour, un feutrage blanc, mycélien, analogue à celui d'un *Phytophtora;* mais ce feutrage acquiert au bout de 2 ou 3 semaines une texture particulière et caractéristique du *Blepharospora cambivora*.

Jusqu'à cette année, Petri et nous considérions que, sur les milieux nutritifs habituels (oat meal agar, carotte stérilisée), le *B. cambivora* formait uniquement des filaments mycéliens. Petri n'observe la formation des œufs que dans l'axe hypocotylé de jeunes plantules de châtaigniers. Dans les châtaigneraies contaminées de la Toscane, il trouve des œufs dans les jeunes plantules provenant de la germination des châtaignes tombées sur le sol.

Les œufs s'obtiennent facilement au laboratoire, dans l'axe hypocotylé de jeunes plantules inoculées par le *Blepharospora*. D'ailleurs, Asuby vient de décrire des œufs produits par une culture pure de *Blepharospora* sur gélose à la farine de maïs.

Les cultures de *Blepharospora cambivora* d'origine méditerranéenne (celles isolées en Toscane par Petri, celles que nous-même avons isolées de Toscane ou de Corse) forment abondamment des sporanges quand on

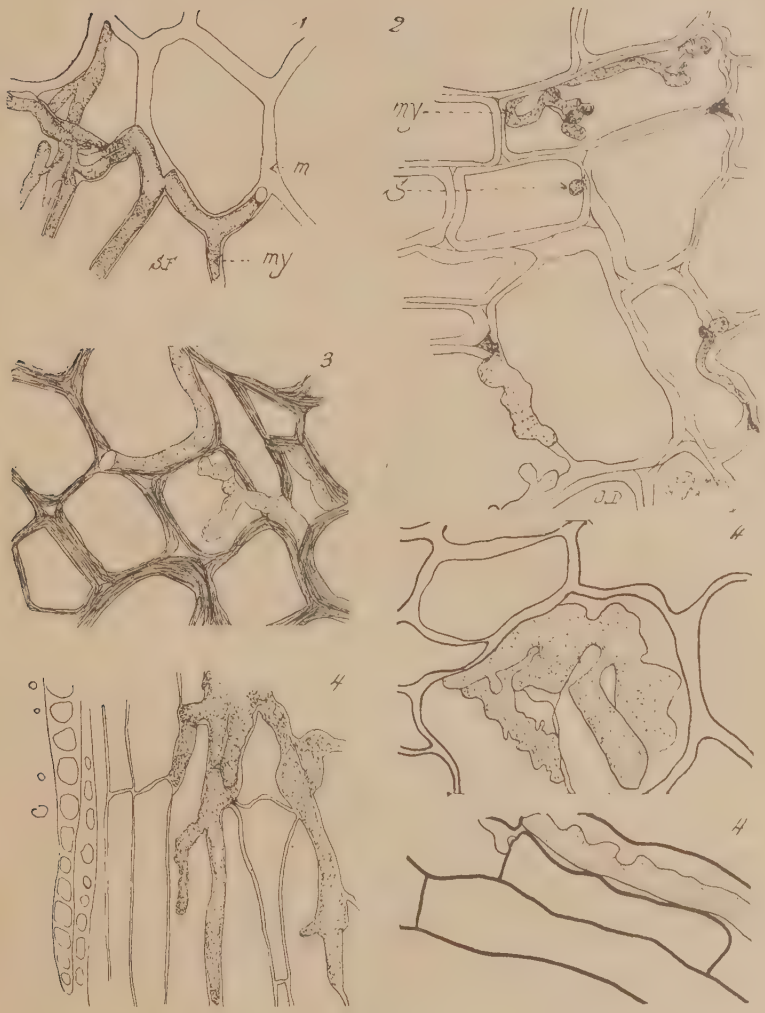


Fig. 5. — Filaments de *Blepharospora cambivora* (en grisé, *my*) s'insinuant entre les cellules de la région libérienne de racines de jeunes Châtaigniers, et envoyant des suçoirs (S) dans certaines cellules. (*Cliché P. O.*)

les cultive sur une solution minérale. Les cultures que nous avons isolées de Corrèze ne forment jamais de sporanges.

Le *Blepharospora cambivora*, en culture pure sur carotte, est pathogène pour les châtaigniers indigènes, et il conserve sa virulence en culture pendant plusieurs années.

En effet, même après avoir été cultivé pendant 2 ou 3 ans sur milieu artificiel, le *Blepharospora cambivora*, isolé par nous-même des châtaigniers de la Corrèze, ou par Petri des châtaigniers de la Toscane ou de la région romaine, provoque rapidement la pourriture des plantules de châtaigniers.

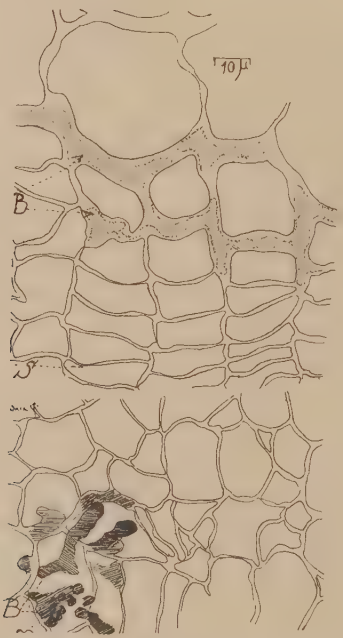


Fig. 6 et 6 *bis*. — Filaments de *Blepharospora cambivora* à la limite de lésions de Maladie de l'Encre ; coupes longitudinales dans la région cambiale.

En résumé, la Maladie de l'Encre est causée par un champignon qui présente tous les caractères d'un *Phytophtora;* Petri en a fait le type d'un genre nouveau *Blepharospora*, parce que, au fond d'un premier sporange mûr et vidé de ses zoospores, le filament mycelien bourgeonne pour former un deuxième, un troisième sporange. On voit donc se former une série de sporanges successivement emboîtés les uns dans les autres. Chez les *Phytophtora* anciennement connus, au contraire, le filament qui a formé un premier sporange prolifère latéralement pour former un deuxième sporange rejeté sur le côté, puis, latéralement encore, par une sorte de ramification sympodique, pour en former un troisième. Cependant, divers

Phytophtora récemment décrits forment, comme le *Blepharospora*, des sporanges emboîtés en série linéaire.

D'ailleurs, ainsi que nous le signalons plus haut, certaines races de *Blepharospora* ne forment jamais de sporanges et, seuls, l'aspect caractéristique de leur mycélium sur les divers milieux de culture et leur pouvoir pathogène pour le Châtaignier permettent de les identifier.

CHAPITRE II

MÉTHODES DE LUTTE CONTRE LA MALADIE

1. — Préservation des châtaigneraies indemnes

La Maladie de l'Encre du Châtaignier étant une maladie contagieuse, due à un germe spécifique, il est théoriquement possible d'en préserver les châtaigneraies encore indemnes, en évitant d'y introduire le parasite. Presque toujours, le parasite a été introduit dans une châtaigneraie saine par des introductions de plants de Châtaigniers provenant de régions contaminées.

Depuis plusieurs années, nous insistons sur le danger des transports de plants de Châtaigniers d'une région à l'autre de la France, et nous préconisons la production locale des plants de Châtaigniers nécessaires aux replantations : plusieurs communes ont très heureusement créé des pépinières scolaires, où des plants de Châtaigniers peuvent être produits par semis de châtaignes récoltées dans des châtaigneraies saines de la commune.

Traitements du sol

Le *Blepharospora cambivora* est capable de persister, comme une moisissure, dans le sol des châtaigneraies infectées, et les plants de Châtaigniers replantés dans ce sol dépériront vers la 2e ou 3e année. Il est cependant possible de désinfecter le sol avant replantation, et les expériences effectuées à Saint-Pierre-de-Venaco, en Corse, sur les indications de M. Mangin, démontrent que des Châtaigniers indigènes peuvent survivre lorsque la terre du trou de plantation a été désinfectée par le sulfate de fer.

Les essais que nous avons effectués dans le Limousin et dans l'Aveyron ont montré que des Châtaigniers gravement atteints peuvent cicatriser leurs lésions, lorsque le collet et la naissance des grosses racines, préalablement dégarnis de terre, sont désinfectés par le sulfate de fer ou le sulfate de cuivre.

Le sulfate de fer acidifie le sol, et déplace de leurs combinaisons minérales les bases présentes dans le sol, en les rendant probablement plus facilement assimilables. Dans notre centre d'essais de Migoule (Brive), le sol non traité ayant un pH de 6,6, nous avons observé, en 1928, un pH de 6 dans le sol voisin d'un Châtaignier ayant reçu, deux ans auparavant, 25 kgs de sulfate de fer, et ayant, à la suite de ce traitement, cicatrisé ses lésions et formé de nouvelles branches.

Ces traitements, qui ont un intérêt théorique, ne paraissent pas susceptibles d'application pratique, parce que trop onéreux et exigeant trop de main-d'œuvre.

En Italie, cependant, un traitement a été découvert empiriquement par un propriétaire, qui a observé que le seul fait de dégarnir de terre et de laisser exposés à l'air, même pendant l'hiver, le collet et la naissance des grosses racines, permet au Châtaignier de cicatriser les lésions et de triompher de la maladie. Petri explique ce résultat par la sensibilité au froid du mycélium de *Blepharospora*, qui est incapable de supporter un hiver rigoureux dans des tissus exposés à l'air.

Pratiquement, en France, ce qui importe, c'est de mettre à la disposition des propriétaires de châtaigneraies affectées des plants de Châtaigniers exotiques résistant à la maladie.

CHAPITRE III

LES CHATAIGNIERS EXOTIQUES ET LEUR SUBSTITUTION AU CHATAIGNIER INDIGÈNE

1. - Les Plantations expérimentales de Châtaigniers d'Extrême-Orient

La reconstitution des châtaigneraies indigènes détruites par la Maladie de l'Encre impose la substitution au *Castanea vesca* des *Castanea* d'Extrême-Orient.

Cette substitution a inquiété divers usagers du Châtaignier : les propriétaires se préoccupent de savoir si les Châtaigniers d'Extrême-Orient sont résistants à la Maladie de l'Encre; s'ils donnent, sans être greffés, des fruits de valeur marchande, ou s'ils peuvent servir de porte-greffes pour les diverses variétés de marrons ou de châtaignes localement réputées.

Les fabricants d'extraits tanniques se préoccupent de la richesse en tannin du bois des Châtaigniers exotiques.

Les forestiers et les agronomes désirent être renseignés sur l'aptitude des divers *Castanea* d'Extrême-Orient à former, soit des plantations fruitières, soit des futaies, soit des taillis.

Jusqu'en 1920, nous ne possédions pas de véritables peuplements de Châtaigniers Japonais plantés en sol contaminé par la Maladie de l'Encre, c'est-à-dire sur l'enplacement de Châtaigniers tués, et au milieu de Châtaignies indigènes de même âge, servant de témoins.

G. Couderc, cependant, avait institué des expériences fort instructives et montrait quelques plants de Châtaigniers Japonais végétant depuis 15 ans à Aubenas, où les Châtaigniers indigènes sont affectés.

M. Prunet avait constitué vers le début de ce siècle quelques plantations qui, malheureusement, eurent à souffrir de nombreuses vicissitudes. Les résultats de la plantation du Lindois (Charente) sont cependant très démonstratifs, puisque tous les Châtaigniers indigènes plantés ont disparu, tandis que restent les Châtaigniers Japonais. Ceux-ci, cependant, ont souffert de nombreux accidents, mais si les tiges ont été détruites à plusieurs reprises, la souche a toujours rejeté vigoureusement.

M. Istillart, maire de Macaye, et M. Gracy, à Ascain, nous ont montré des Châtaigniers Japonais prospérant depuis 20 ans là où les Châtaigniers indigènes mouraient en deux ou trois ans.

Il nous restait, connaissant maintenant le parasite spécifique de la Maladie de l'Encre, à observer le comportement de plants d'Extrême-Orient, et de plants indigènes plantés côte à côte dans le sol infecté d'une châtaigneraie dévastée.

Cette étude a pu être poursuivie en Corrèze, grâce à l'acquisition d'un terrain par l'Institut des Recherches Agronomiques, et grâce à la cession à titre gratuit et pour une période trentenaire, de parcelles d'expérience par Mme Veyrines, à Migoule (Brive); par M. Aujol, à Sainte-Féréole; par M. de la Besse, à Vigeois; par M. Guieux, à Lascamps; par M. Miremont, à Ussac, avec la collaboration de M. Fleckinger, Directeur des Services Agricoles.

Ces terrains ont pu être enclos, et plantés, grâce à la collaboration financière du Syndicat des Fabricants d'Extraits tanniques; M. Kaikenger, qui représente cet organisme en Corrèze, a collaboré activement à l'organisation des essais et il a institué personnellement des plantations d'essais où les diverses formes de Châtaigniers exotiques peuvent être comparées.

D'ailleurs, la collaboration de l'Office Agricole Régional nous a permis, dès 1920, d'étendre les essais aux diverses régions de châtaigneraies du Massif Central : des plantations ont été faites dans le Ségala (Aveyron) et, en particulier, dans la région de Viviez et d'Aubin, avec la collaboration de la Société de la Vieille Montagne; d'autres plantations ont été

faites dans le sud du Cantal, à Maurs-Quézac, et divers essais ont été institués dans le Lot, avec la collaboration des directeurs des Services Agricoles.

En un mot, des plantations expérimentales de Châtaigniers Japonais ont été effectuées sur l'emplacement de diverses châtaigneraies détruites, ou en voie de destruction par la Maladie de l'Encre, c'est-à-dire en sol contaminé par le *Blepharospora cambivora* Petri.

Ces plantations ont pour objet de démontrer la résistance des Châtaigniers d'Extrême-Orient aux attaques du *Blepharospora cambivora*, qui détermine la Maladie de l'Encre des Châtaigniers indigènes. Elles permettent, en outre, d'étudier la rusticité, la rapidité de croissance et la productivité des différentes formes de *Castanea* exotiques dans les différents sols et sous différents climats.

Pour distinguer les Châtaigniers exotiques des Châtaigniers de pays, Petri recommande d'examiner la face supérieure de la nervure médiane de la feuille. Glabre ou pourvue de très rares poils glanduleux chez notre *C. vesca*, elle est richement pourvue de poils chez les Châtaigniers du Japon.

2. — L'utilisation des diverses espèces du genre Castanea

Châtaignier du Japon

Castanea crenata :

Les Châtaigniers du Japon semblent appartenir à l'espèce *C. crenata* Siebold et Zuccarini (*Castanea Japonica* Blume).

En 1908, Dode écrivait : « Le Châtaignier du Japon a été introduit depuis assez longtemps en Europe et plusieurs variétés fruitières en sont cultivées; par ses feuilles plutôt petites et à dents faibles, à bords souvent parallèles il ressemble aux espèces naines de la section, quoique étant d'une taille assez élevée et produisant des châtaignes aussi grosses que celles de *C. sativa.* »

En effet, il existe des variétés à grosses châtaignes (Tamba, Gane) et des variétés à châtaignes généralement petites (Shiba), décrites par M. Mangin et par les autres auteurs, en particulier par Mlle Camus, dans sa monographie des *Castanea*. Dans le *Crenata* (feuilles oblongues lancéolées), la variété *Siba Kuri* Blume (Shiba guri) représente le Châtaignier sauvage (feuilles oblongues ou lancéolées; jeunes feuilles munies de glandes nombreuses en-dessous; fleurit pendant très longtemps; cupule assez petite, ne couvrant pas toute la paroi). Le *Tamba* guri à gros fruits est représenté par la sous-variété tardive « guri okute » et la sous-variété précoce « wase guri ». Les semis des grosses châtaignes récoltées sur Tamba au Pays Basque donnent des Châtaigniers vigoureux à gros fruits.

En outre de ces deux variétés, l'espèce botanique *C. crenata* semble grouper une série de formes horticoles dont certaines sont en voie d'acclimatation en France, grâce aux essais poursuivis en collaboration par l'Institut des Recherches Agronomiques et le U. S. Bureau of Plant Industry. Parmi ces variétés, citons : var. *Japonica* (Blume) Koidzumi ; var. *canescens* Koidzumi (feuilles à tomentum persistant en dessous); var. *Stricta* Blume (feuilles subcoriacées, à face inférieure glanduleuse pulvérulente couverte d'un tomentum en étoile); var. *pendula* Miyoshi (à branches pendantes) ; le *Kusakuri Blume* (jeunes rameaux à tomentum gris cendré, ceux d'un an rouge brun; feuilles à base très obtuse ou arrondie, les jeunes à face supérieure munie de nombreux poils opprimés), est connu seulement d'après l'échantillon d'herbier de Leyde.

Châtaigniers de Chine

a) *Castanea mollissima* Blume ·

Le Châtaignier commun de la Chine, où il existe depuis Pékin jusqu'aux limites du Yunnam et du Szechwan vers l'ouest, forme, en forêt, des fûts de 15 à 20 mètres de haut avec une circonférence de 2 mètres. Voici, d'après Mlle Camus, les caractères du *Castanea mollissima* Blume ou *C. Duclouxii* Dode (Châtaignier de Chine : Pan li) : Les feuilles adultes (au moins vers l'extrémité des rameaux) sont blanches, tomenteuses en dessous (poils blancs en bouquets); les bords montrent de grosses dents irrégulières. Les jeunes rameaux sont laineux. A la base des feuilles, les stipules, larges, persistent assez longtemps. Les bourgeons sont ovoïdes, soyeux. La cupule adulte, arrondie, mesure 5-6 cm. de diamètre et est garnie d'aiguillons souples, pubescents. Les styles sont allongés et poilus. Les chatons ♂ , longs de 8-20 cm., sont insérés à l'aisselle des feuilles supérieures : 1 ou 2 fleurs s'observent à la base des chatons ♂ inférieurs.

Dans nos pépinières du Limousin, les *C. mollissima* ont, dès leur jeune âge, fait preuve d'une vigueur exubérante; certains ont formé en une saison des pousses longues de 2 m.

b) *C. Seguinii* Dode (Moh-pan-li-tzé) :

A côté des Châtaigniers de haute taille, il paraît exister en Chine des Châtaigniers buissonnants : nous en possédons un représentant, le *Moh-pan-li-tzé* qui, tandis que les *C. crenata* et *mollissima* ont formé des troncs de plus de trois mètres, ne mesure encore que 80 cm. (photo) à 6 ans.

Le *C. Seguinii* Dode ou Moh-pan-li-tzé de Chine est un arbuste résistant à l'*Endothia* (Mayer). Ses cupules n'ont que de 2-4 cm. de diamètre ; elles sont insérées latéralement ; les aiguillons sont longs, rameux et ne cachent pas la paroi ; premières feuilles à forme de feuille de Chêne.

Les feuilles, oblongues, de 8-16 mm. sur 3-8, montrent au microscope des poils disciformes pédicellés et des poils tecteurs jaunâtres à la face supérieure des nervures des feuilles jeunes; chez la feuille adulte, la nervure médiane, saillante en dessous, porte quelques poils disciformes et quelques poils tecteurs. Les bords de la feuille montrent des dents marquées, acuminées. Les stipules, oblongues ou presque ovales, sont poilues, puis glabres. Les chatons ♂ longs de 8-15 cm., espacés à l'aisselle des feuilles supérieures, sont encore surmontés par des feuilles. Le chaton ♂ supérieur porte à la base 1-2 fleurs ♀.

Le *C. Davidii* Dode du Kiang-Si, est voisin de *C. Seguini*.

Enfin, dans la section des *Hypocastanon* Dode (1 seul fruit par cupule), signalons :

c) *C. Henryi* Rehder et Wilson de Chine, arbre de 20-30 m.; les jeunes rameaux portent des poils qui tombent bientôt; ils sont rouges, tachés de lenticelles blanches. Bourgeons d'hiver rougeâtres, courts. Feuilles vertes sur les deux faces rappelant celles du *Quercus serratus* par leur forme ovale lancéolée, arrondie à la base : leur plus grande largeur est un peu au-dessus de la base; les bords sont presque droits, à dents très étroites espacées; 13-15 paires de nervures latérales saillantes sur les deux faces, se prolongeant dans les pointes, pétiole de 1,5-2 cm. glabre. Stipules très étroites. Chatons ♂ très nombreux au sommet des rameaux ou à l'aisselle des feuilles. Fleurs ♀ isolées ou par deux, assez espacées à la base des chatons androgynes qui sont peu nombreux et situés au sommet des rameaux, au-dessus des chatons ♂ ; fruits très petits, mais bois riche en tannin.

Originaire de la vallée du Yangtze, ce Châtaignier est commun dans les forêts vers l'Ouest jusqu'au Szechwan oriental.

---

3. — Résistance des Châtaigniers d'Extrême-Orient à la Maladie de l'Encre

Des visites fréquentes de nos plantations ont permis d'étudier à mesure les plants, tant exotiques qu'indigènes, qui dépérissaient.

Dès la première année, il était possible d'observer sur les racines des plants indigènes les lésions caractéristiques de la Maladie de l'Encre, et d'en isoler le *Blepharospora*, tandis que, malgré de très nombreuses observations, nous ne pouvons encore rapporter aucun cas d'attaque sur Châtaigniers Japonais.

D'ailleurs, dans nos pépinières, à Migoule, où nous avions planté, en 1924, des carrés de 50 plants de Châtaigniers indigènes et de 50 plants

de Châtaigniers Japonais âgés chacun de 2 ans, en juin 1926, nous avons inoculé le *Blepharospora* au collet de 3 plants dans chacun des deux carrés de plants indigènes et de 3 plants dans chacun des deux carrés de plants japonais.

Les racines des Châtaigniers français ont noirci au cours de l'été à

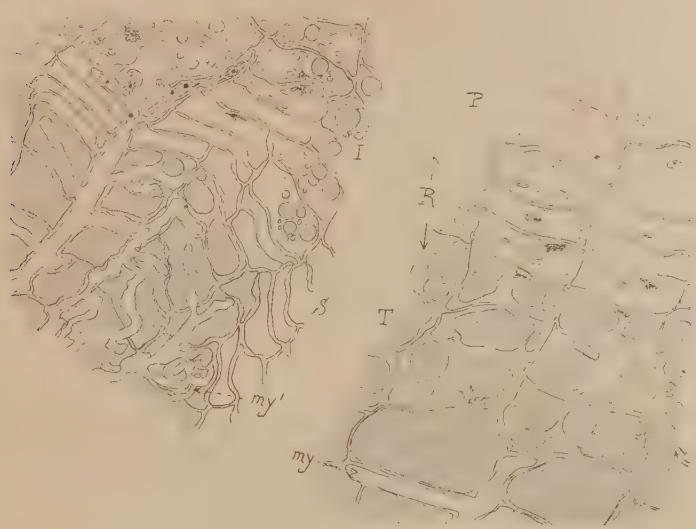


Fig. 7. — Marges de lésion de *B. cambivora* dans un Châtaignier indigène (à gauche), et dans un Châtaignier Japonais (à droite). (*Cliché Anc. Elèves Institut Agronomique.*)

partir du point inoculé, et les feuilles ont jauni. Au printemps 1927, les plants indigènes inoculés sont morts, et leurs voisins, non inoculés, se montraient contaminés; au cours des années suivantes, les Châtaigniers indigènes ont dépéri tous successivement. (Pl. II.)

Aucun Châtaignier Japonais n'a manifesté de symptômes morbides.

Pour préciser les résultats des études faites dans les châtaigneraies, nous avons effectué au laboratoire ou en serre des inoculations comparatives sur plantules de Châtaigniers indigènes et de Châtaigniers Japonais.

La photographie représente trois plantules de même âge : au centre, une plantule de Châtaignier indigène témoin, non inoculée. (Pl. I.)

A gauche, une plantule indigène rabougrie et en voie de dépérissement à la suite d'inoculation de *Blepharospora;* à droite, une plantule de *Tamba* demeurant vigoureuse à la suite d'une inoculation de *Blepharospora.*

Des plantules s'obtiennent par germination aseptique de châtaignes, qui, après avoir été plongées dans un bain d'hypochlorite de chaux et

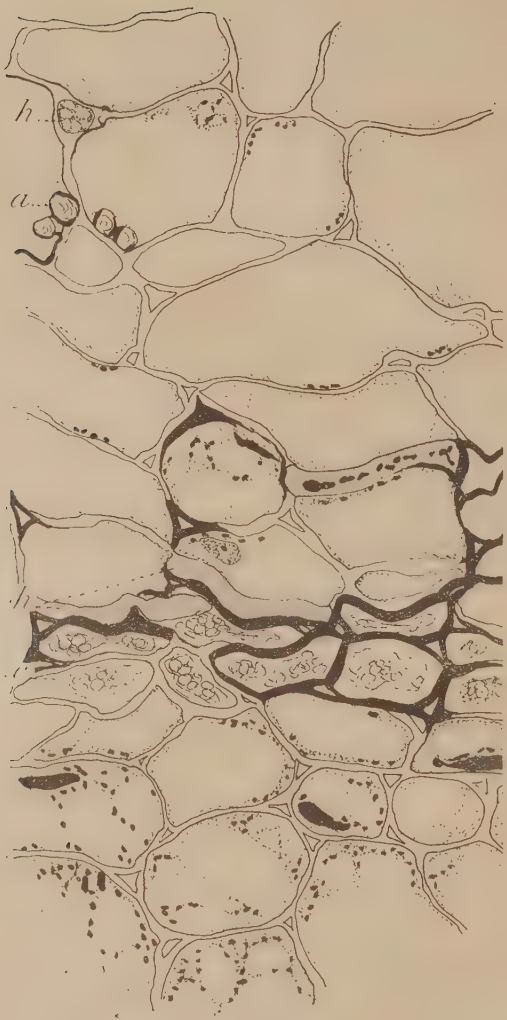


Fig. 8. — Coupe transversale de la région cambiale d'axe hypocotyle de plantule de Châtaignier indigène, inoculé par le *B. cambivora* (fixation Regaud; hématoxyline). *H.* Filaments intercellulaires de *B. cambivora; C.* Cellules du cambium emplies de précipités tanniques; *A.* Amidon dans cellules de l'écorce.

décortiquées, sont placées sur de la ouate humide en tube stérilisé. Les axes hypocotylés ont été inoculés par une culture de *Blepharospora* isolée des taillis de Secondigny.

Huit jours après l'inoculation, les plantules indigènes sont totalement pourries. Les plantules de *Tamba* demeurent saines et vigoureuses.

Dès cinq jours après l'inoculation. des coupes transversales a travers

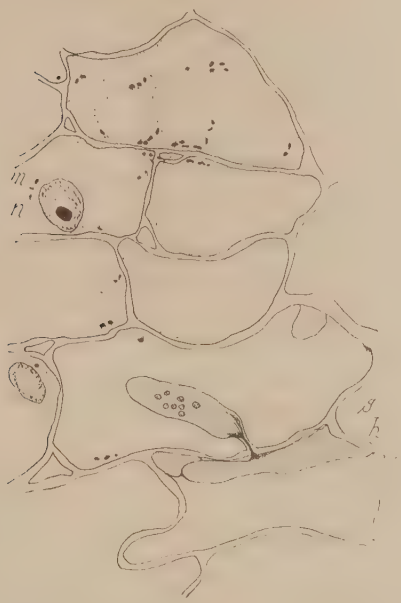


FIG. 9. — Cellule d'écorce pénétrée par un suçoir (S) de *B. cambivora*, et cellules saines voisines avec noyau (N) et mitochondries (M).

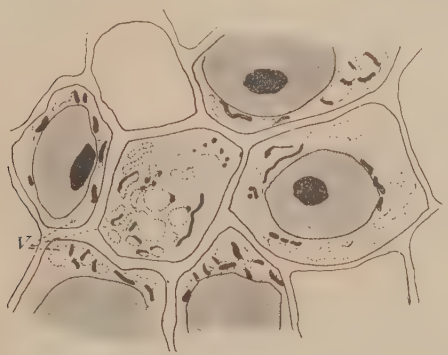


FIG. 10. — Cellules réactionnelles à gros noyau (grisé foncé) et cytoplasme dense (grisé clair) creusé de vacuoles filamenteuses (V) entre lesquelles se voient les mitochondries (noires).

de l'axe hypocotylé d'une plantule de Châtaignier indigène montrent que le *Blephorospora* a pénétré jusqu'au cambium, où il s'est électivement installé, en déterminant la nécrose de certains secteurs. (C., fig. 8.) Les cellules de la moelle restent saines et montrent de nombreuses mitochondries en bâtonnets.

Les cellules du parenchyme cortical que longent les filaments mycéliens (*h*), celles mêmes que pénètrent des suçoirs, conservent leurs mitochondries, et ne manifestent guère de réaction. (Fig. 8-10.)

Lorsqu'un jeune Châtaignier indigène est infecté naturellement, ou qu'il est expérimentalement inoculé par le *Blepharospora cambivora*, cause de la Maladie de l'Encre, les filaments du champignon s'insinuent entre le bois et l'écorce, envoyant des suçoirs dans les cellules du cambium et du liber; à mesure que l'infection s'étend au collet et aux racines, les feuilles jaunissent et les rameaux dépérissent. En général, cependant, les plants infectés ne meurent pas rapidement; s'ils survivent jusqu'au début de l'été, l'infection se localise jusqu'à ce que se réveille la végétation au printemps suivant : en effet, au voisinage des cellules déjà infectées, les cellules encore saines évoluent en cellules embryonnaires et fonctionnent comme cellules d'assise génératrice, formant de nouvelles couches de cellules, en dedans, au contact des cellules infectées, et en dehors, vers le reste de l'écorce saine.

Les cellules formées vers les cellules infectées ont un cytoplasme dense, creusé de petites vacuoles, et sont condamnées à être infectées à leur tour. (Fig. 7 : les composés phénoliques sont figurés en grisé.)

Les cellules formées au delà de l'assise génératrice développent bientôt une grosse vacuole emplie de composés phénoliques. Pour que la lésion se cicatrise, il suffit que la progression du mycélium parasite ne soit pas tellement rapide qu'elle ne laisse à ces cellules le temps de se différencier. Les filaments du mycélium, qui pénètrent activement les cellules à cytoplasme dense, se heurtent aux cellules à vacuoles phénoliques comme à des barrières. (Pl. II.)

Les Châtaigniers d'Extrême-Orient forment très rapidement des composés phénoliques dans celles de leurs cellules que menace l'infection par le *Blepharospora cambivora*, et cette vitesse d'élaboration leur confère la résistance à la Maladie de l'Encre : les filaments parasites qui s'efforcent de pénétrer l'écorce des Châtaigniers Japonais sont arrêtés avant d'avoir pu pénétrer quelques assises cellulaires, ils se vident de leur contenu et meurent. La lésion locale est limitée à quelques cellules tuées, et les rameaux de l'arbre ne manifestent aucun symptôme morbide. M. le Professeur Mangin a pu donc préconiser la reconstitution par les Châtaigniers Japonais des châtaigneraies dévastées par la Maladie de l'Encre, et nous nous sommes efforcés de la réaliser.

4. — Résistance des Châtaigniers Japonais à la sécheresse

La résistance des Châtaigniers Japonais à la sécheresse, démontrée par la persistance, depuis plus de 20 ans, de deux Châtaigniers Japonais

plantés par Coudere à Aubenas (Ardèche) sur des grès triasiques arides, a été confirmée par les résultats de nos plantations effectuées sur les sables permo-triasiques de la région de Brive (Migoule et Ussac), où de jeunes Châtaigniers ont survécu à la chaleur de l'été, et à l'exceptionnelle période de sécheresse de 1928-29.

5. — Les Châtaigniers Japonais redoutent les sols compacts

Les sols imperméables, et surtout les cuvettes qui restent gorgées d'eau, sont, au contraire, très défavorables aux racines du Châtaignier

Fig. 11. — Fragment de cambium ; îlot d'initiales de rayons médullaires, face engendrant le bois. Certaines cellules montrent deux noyaux. — Fig. 12. — Rayon médullaire large, bois très voisin du cambium. — Fig. 13. — Rayon médullaire du tissu péricambial. Les vacuoles, colorables vitalement en rouge, sont figurées en noir.

Fig. 14. — De gauche (en haut) à droite (en bas) : Série des formes successivement prises par l'appareil vacuolaire d'une cellule d'un îlot d'initiales de rayons médullaires de souche de Châtaignier Japonais observée vitalement pendant six heures consécutives.

Japonais : sur les sols argileux provenant de la décomposition des leptynites, à Sainte-Féréole, beaucoup de Châtaigniers Japonais ont employé les trois ou quatre années suivant la replantation à installer leur appareil radical et, au cours de ces années, nous avons vu à chaque saison les tiges sécher brusquement jusqu'au niveau du sol.

La souche elle-même restait bien vivante et ne montrait d'autres lésions qu'une hypertrophie des lenticelles, trahissant l'influence d'un milieu asphyxique. (Fig. 15.)

Les rameaux, au moment où débute la fanaison, ne montrent aucune infection parasitaire. Les lésions histologiques se manifestent d'abord au niveau du cambium, où apparaissent des plages brunes. Les régions cambiales normales ont un aspect blanc nacré brillant. Les lambeaux de tissus vivants, immergés dans une solution sucrée de rouge neutre, montrent des files de cellules contenant chacune une grosse vacuole, dont le contenu se colore fortement par le rouge neutre. Chaque vacuole change d'ailleurs

Fig. 15. — Souche de Châtaignier Japonais, n'ayant pas développé de radicelles, et montrant une hypertrophie des lenticelles, en sol compact.

de forme, et l'observation poursuivie pendant une heure permet d'obtenir les figures représentées (Fig. 14) et, enfin, l'aspect de la photomicrographie. (Pl. III.)

Au voisinage des plages brunies, les cellules de la région cambiale ne montrent plus de vacuole colorable par le rouge neutre; le contenu vacuolaire y paraît coloré en jaune ou en brun.

6. — Plantation des Châtaigniers

Il faut prendre grand soin de ne pas replanter les plants de Châtaigniers Japonais plus profondément qu'ils n'étaient en pépinière. Une plantation trop profonde, enterrant le collet de quelques centimètres, provoque rapidement le dépérissement des parties aériennes, tandis que des bourgeons adventifs se développent sur la portion enterrée du collet, à la naissance des grosses racines.

Lorsque sont évitées ces fautes de technique, plantation dans un sol compact, gorgé d'eau, et impropre à recevoir un Châtaignier quelconque, ou plantation trop profonde en sol compact, en un mot, lorsque des plants convenablement arrachés, transportés avec soin, ont été correctement plantés, il semble que la souche du Châtaignier Japonais témoigne d'une très grande vigueur et d'un remarquable pouvoir de régénération.

7. — Recépage des Châtaigniers d'Extrême-Orient

Divers expérimentateurs ont reproché à certaines formes de Châtaigniers Japonais, et surtout au *C. coreiensis*, leur allure buissonnante dans le jeune âge; mais, ainsi que le prouvent les essais effectués par M. Kuenger dans les cultures expérimentales de Brive et nos essais à Migoule, un recépage rez de terre des Châtaigniers de 3 ou 4 ans provoque la formation d'une tige unique vigoureuse, capable de former un tronc en deux ou trois ans.

Le plant obtenu par semis de châtaigne de *C. crenata*, *C. coreiensis*, *C. Mollissima*, *C. Henryi*, forme souvent une touffe de rameaux distiques, dont les feuilles s'orientent régulièrement dans un plan.

Le recépage fait former une tige verticale, à symétrie axiale.

Un recépage involontaire réalisé sur une grande échelle par les incendies qui ont sévi dans nos plantations d'Ussac et de Migoule a provoqué sur les souches une émission de rejets très vigoureux, dont la hauteur a atteint en quelques mois la hauteur des tiges de 3 ans détruites par le feu.

8. — Dépérissements du tronc

Des plants de Châtaigniers Japonais, déracinés avec une souche insuffisante, peuvent, dans les quelques années qui suivent la replantation, montrer des plaques d'écorce desséchée plus ou moins étendues, surtout sur la face du tronc ou des rameaux exposée au soleil couchant. Ces lésions pénètrent en profondeur jusqu'au cambium, et peuvent provoquer le dépérissement des tiges lorsqu'elles se généralisent jusqu'à en faire le tour.

Sur les écorces desséchées, on observe les fructifications de divers champignons que nous avons précédemment décrits.

Des prélèvements effectués aseptiquement dans la profondeur de l'écorce, à la marge des lésions, permettent d'isoler facilement ces champignons en culture pure.

Ces lésions, alors même qu'elles font se dessécher tout le tronc, ne sont pas fatales à l'arbre : après recépage, des rejets vigoureux se développent rapidement sur la souche, pour reconstituer un appareil aérien.

Il est d'ailleurs facile d'éviter la généralisation des jeunes lésions en reséquant les tissus brunis et en mastiquant la plaie.

L'origine de ces lésions semble s'expliquer par un déséquilibre entre un appareil radical déficient et un appareil aérien rapidement développé sur la souche récemment plantée.

Beaucoup de lésions ont pour point de départ un rameau mortifié par la gelée, ou l'insertion d'un rameau dont l'extrémité a été taillée.

9. — Les Châtaigniers Japonais comme porte-greffes

Les Châtaigniers Japonais sont appréciés par les propriétaires de châtaigneraies dans la mesure où ils peuvent être greffés en flûte par les greffons de variétés locales. Dès qu'il a été possible d'obtenir des rameaux de Châtaigniers Japonais d'assez gros diamètre pour recevoir des greffons en flûte, il a été facile de greffer sur ces porte-greffes, par les méthodes du pays, des greffons de marrons ou de châtaignes, appartenant à des variétés commerciales réputées.

M. Kaikenger a pu ainsi créer, dans sa plantation expérimentale, une collection de « marron de Lucques », « marron du Rouergue », greffés sur *Tamba*, sur *Shiba* et sur *C. Coreiensis*. (Pl. IV.)

Le marron de Lucques, à développement exubérant, forme des feuilles atteignant 40 cm. de long, et exige par conséquent une nutrition abondante. Le *Tamba*, très vigoureux, lui convient très bien comme porte-greffe, et la soudure Tamba-marron se fait très bien; porte-greffe et greffon se développant aussi vigoureusement l'un que l'autre, conservent le

même diamètre. Au contraire, le *Shiba* ou le *C. coreiensis* à tige grêle, ne s'accroît pas aussi rapidement en diamètre que le marron, et il en résulte la formation d'un bourrelet au niveau de la greffe : la photographie montre ce bourrelet à la base d'un greffon de marron de Lucques, greffé au printemps 1929 sur *Shiba* de 3 ans, par M. Kaikenger. La greffe sur *Shiba* a provoqué la mise à fruits précoce du Marron. Les essais du garde Margerie dans la châtaigneraie expérimentale de Migoule montrent qu'il est également facile de greffer en flûte, les greffons de marrons indigènes sur le collet des Châtaigniers Japonais.

Cette greffe rez de terre permet d'obtenir, sur une souche japonaise, résistante à la Maladie de l'Encre, un tronc appartenant tout entier à une variété indigène et, par conséquent, un bois possédant les caractéristiques et la richesse en tannin du bois de Châtaignier indigène.

10. — Le Châtaignier Japonais comme producteur direct

De grosses châtaignes de Tamba ou de Gane donnent, par semis, des Châtaigniers qui, parfois, dès la 2e année, et régulièrement dès la 4e ou la 5e année, produisent, sans être greffés, de grosses châtaignes pesant jusqu'à 40 grammes. (Pl. V.)

Les plants provenant des grosses châtaignes sont d'ailleurs plus vigoureux, et acquièrent rapidement un développement plus considérable que les plants provenant du semis des petites châtaignes de *Shiba* ou de *Coreiensis*, pesant une dizaine de grammes.

Les plants de Tamba ou de Gane, seuls intéressants comme producteurs de châtaignes japonaises de consommation, conviennent comme porte-greffe : leur croissance en diamètre est au moins aussi rapide que celle du greffon de Châtaignier français; la greffe français sur Tamba donne une soudure aussi parfaite que la greffe français sur français. Tamba et Gane sont aussi d'excellents producteurs directs, qui commencent à fructifier dès la 4e année; leurs fruits sont mûrs 15 jours ou trois semaines avant les châtaignes des variétés indigènes les plus précoces; ces Châtaigniers, producteurs de châtaignes de primeurs, sont souvent pillés par les maraudeurs et par les oiseaux.

Parmi les plants de Châtaigniers issus du semis de châtaignes récoltées sur les Châtaigniers Japonais élevés en France, et au voisinage par conséquent de Châtaigniers indigènes, il s'en trouve souvent de particulièrement vigoureux.

Avec Coudercq, nous pensons que ces individus vigoureux représentent des hybrides *C. vesca* × *C. crenata*. La photographie représente l'un de ces Châtaigniers, dont la taille est double de celle de ses voisins, dans nos pépinières des Iles, à Brive (semis de deux ans).

11. — Recherches génétiques dans les Plantations expérimentales de Châtaigniers Japonais

Exception faite d'une plantation effectuée vers 1910 au Lindois, en Charente-Inférieure, par M. PRUNET, et des plantations faites en Ardèche par M. DE BOURNET et par COUDERC, les Châtaigniers Japonais qui ont déjà fructifié en France proviennent de châtaignes envoyées du Japon en 1912 par un missionnaire, le Père LISSARAGUE, et semées dans diverses communes du Pays Basque (Macaye, Sare, Souraïde, Ascaïn).

Les jeunes Châtaigniers Japonais employés actuellement à constituer nos plantations expérimentales ou à reconstituer les châtaigneraies dévastées, proviennent, soit du semis des châtaignes récoltées dans le Pays Basque sur les Châtaigniers provenant des châtaignes envoyées du Japon, soit du semis des châtaignes introduites du Japon, dans ces dernières années, sous l'initiative de M. le Professeur MANGIN et de M. le Conservateur Maurice MANGIN, soit enfin du semis de quelques châtaignes, sélectionnées, expédiées du Japon ou de Chine par lots séparés, représentant chacun la récolte d'un Châtaignier, et qui, seules, représentent des lots utilisables à l'étude de lignées.

Dans le Pays Basque, à Macaye, chez M. ISTILLART, le semis effectué en 1912 de châtaignes envoyées du Japon par le Père LISSARAGUE a produit des arbres vigoureux, qui fructifient abondamment depuis plusieurs années. Les châtaignes achetées par le Père LISSARAGUE à des marchands qui les avaient triées par grosseurs, représentaient évidemment des semences provenant d'arbres très différents.

Fort heureusement, M. ISTILLART a pourvu d'un numéro d'ordre chacun des Châtaigniers qui bordent l'allée conduisant à la propriété, et il récolte, à part, pour les semer en lots séparés, les châtaignes de chaque Châtaignier : les semis des châtaignes d'un même lot, ayant au moins un parent commun, nous a permis de constituer certaines lignées de plants dans les plantations de l'Institut des Recherches Agronomiques, à Migoule, Brive. Certains de ces plants commencent à fructifier. (Pl. III.)

CONCLUSIONS

Dans les conditions particulièrement favorables du Pays Basque, le Châtaignier Japonais prospère dans les landes de fougères ou « touyas », où il ne reçoit aucun soin cultural; à Ascain, chez M. GRACY, le plus gros Châtaignier Japonais que nous connaissions en France, et qui a été semé en 1912, a formé un tronc de 92 cm. de circonférence à 1 m. du sol.

Les Châtaigniers Japonais de même origine qui ont été transplantés dans le Limousin ne paraissent devoir former rapidement des arbres vigoureux que s'ils sont plantés en sol cultivé ou en bordure de champs : c'est-à-dire s'ils reçoivent le traitement que recevaient les Châtaigniers indigènes destinés à former une châtaigneraie.

Les Châtaigniers Japonais semblent redouter surtout les sols compacts.

La souche des Châtaigniers Japonais, qui résiste à la Maladie de l'Encre, paraît bien résister aussi aux autres causes de destruction.

Beaucoup de Châtaigniers Japonais, à la suite de transplantation, dépérissent jusqu'au niveau du collet, mais la souche forme rapidement des rejets vigoureux.

Si les Châtaigniers âgés de plus de 4 ans, qui ont pu former un puissant système radiculaire, résistent bien à la sécheresse, les jeunes plants redoutent l'insolation et la sécheresse de l'air. Les semis ou les repiquages de plants sur sol découvert en région sèche donnent de très mauvais résultats. Au contraire, les semis ou les repiquages de plants dans nos pépinières de Brive, sur les bords de la Corrèze, dans celle de Saillat, ou dans la forêt de Secondigny, toutes régions à brouillards fréquents et persistants, permettent d'obtenir les développements rapides dont témoignent les photographies.

Les plants qui végètent vigoureusement en atmosphère humide forment des souches puissantes, qui permettent à l'arbre de prospérer ensuite, même s'il est replanté en station sèche.

Il faut donc créer les pépinières de Châtaigniers Japonais dans des vallées brumeuses, ou sous abri.

La carte qui se trouve à la fin du Mémoire fait connaître la répartition des châtaigneraies en France, et où les Châtaigniers d'Extrême-Orient devront éventuellement remplacer le Châtaignier indigène.

Note. — Nous exprimons tous nos remerciements à tous ceux qui nous ont apporté, pour la réalisation des essais, un concours désintéressé et dévoué. Nous remercions la Compagnie des Chemins de fer P. O. et l'Association des Anciens Elèves de l'Institut Agronomique, qui nous ont prêté des clichés établis pour nos précédents mémoires, et le Pr Beattie, qui nous a fourni des renseignements et des châtaignes.

Lésion de *Coryneum*, d'après Ducomet. (*Cliché P. O.*)

Plantules de même âge : à gauche, Châtaignier ind
inoculé, dépérissant ; au milieu, Châtaignier indig
non inoculé ; à droite, Tamba demeuré sain
après inoculation. (*Cliché P. O.*)

Exploitation de Châtaigniers tués par la Maladie de l'Encre (Glandon, Haute-Vienne).
(*Cliché P. O.*)

Châtaigniers indigènes (*F*) tués par une inoculation expérimentale de *Blepharospora cambivora* Petri, et Châtaigniers Japonais (*J*) ayant résisté à cette inoculation dans nos plantations de Brive.

(*Cliché Anc. Elèves Institut Agronomique.*)

Marge de lésion causée par le *Blepharospora cambivora*, dont un filament se voit en (*H*) ; (*n*) noyau, (*q*) vacuoles emplies de composés phénoliques (en noir) ; (*c*) assise génératrice cicatricielle.

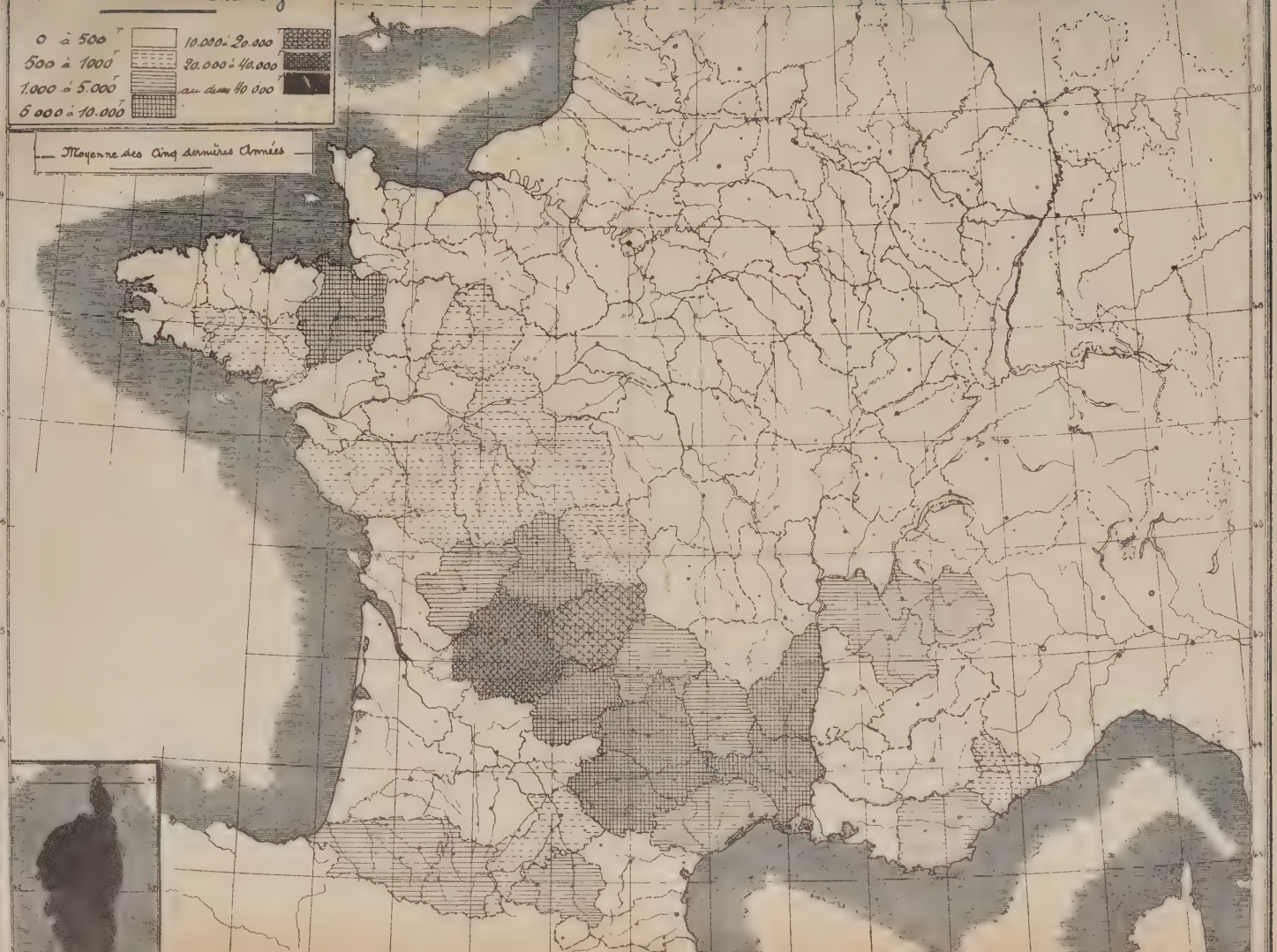
(*Cliché Anc. Elèves Institut Agronomique.*)

Fig. 1. — Photomicrographie de l'appareil vacuolaire figuré au stade ultime de la figure 14, montrant aussi l'appareil vacuolaire des cellules voisines (6 heures après l'arrachement). Certaines vacuoles contiennent des précipités vacuolaires.

Fig. 2. — Châtaigniers Japonais provenant de semis faits en 1912, plantés en bordure d'allée par M. Istillart, à Macaye. (*Photo de septembre* 1929.)

Châtaigniers d'Extrême-Orient à Brive.

Châtaigniers d'Extrême-Orient dans les terrains d'expériences de Brive.


0 à 500 T
500 à 1000 T
1.000 à 5.000 T
5.000 à 10.000 T
10.000 à 20.000
20.000 à 40.000
au dessus 40.000 T
Moyenne des cinq dernières Années

RECHERCHES SUR LE PIÉTIN

par

Et. FOEX
Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale.

et

Et. ROSELLA
Préparateur à la Station Centrale de Pathologie végétale.

Symptômes.

Ces symptômes ont été si souvent décrits qu'il paraît inutile de les rappeler. Cependant, il est sans doute difficile de les passer sous silence au début de l'étude que nous entreprenons.

Quelle que soit la catégorie du Piétin à laquelle on ait affaire, on peut dire que, dans tous les cas, le mal réside dans le « pied » de la plante.

L'examen de celui-ci montre généralement deux types de lésion. L'une, en médaillon ou en ocelle, est située unilatéralement sur la gaine ou sur la tige, tantôt au niveau du sol, tantôt un peu au-dessus de celui-ci (2 à 3 centimètres). La tache en médaillon ou en ocelle est d'abord décolorée sur la plus grande partie de sa surface. Cependant, une zone périphérique est d'une teinte plus sombre. Par la suite, apparaissent, au centre de la lésion, de petites plaques foncées ou noires. Nous venons de décrire la tache typique. Mais, il va sans dire que bien des complications peuvent survenir, qui entraînent des modifications d'aspect plus ou moins accentuéees. Au nombre de celles-ci, l'une des plus fréquentes réside dans le coalescence de deux taches voisines. Parfois, la lésion en reste au stade que nous avons indiqué, ou, même, régresse, en quelque sorte, les plaques mycéliennes centrales disparaissant. On ne voit plus alors qu'un médaillon décoloré ou jaunâtre, vestige d'une attaque avortée. Mais, dans la plupart des cas, la lésion gagne en profondeur, tandis qu'elle se recouvre de plaques mycéliennes étendues. Le résultat est la diminution du mécanisme de résistance de la tige, qui finit parfois par se couder au niveau de l'attaque et par s'affaisser. Le Blé verse.

L'aspect que présente un champ de céréales, dont de nombreuses tiges sont couchées dans tous les sens, est sensiblement celui qu'il aurait s'il avait été piétiné par les moutons. D'où le nom de Piétin.

Mais, il peut advenir qu'un Blé, qui a été attaqué, soit très bas (la lésion étant localisée presque au niveau du sol), soit très tôt en saison, se trouve gêné, entravé ou même arrêté dans son accroissement. Suivant l'époque et l'intensité d'attaque, le développement de la plante peut être enrayé, alors qu'elle est parvenue à un stade plus ou moins avancé. Parfois, elle ne constitue qu'une tige courte portant un épi mal nourri, léger, blanc, tant qu'il n'a pas été envahi par les champignons saprophytes de teinte noire (*Cladosporium*, *Alternata*, etc...). Ce sont là des aspects qu'on attribuait généralement uniquement à une autre sorte de Piétin.

La lésion de ce second type se trouve localisée tout à fait au bas de la tige, autour de laquelle elle constitue une sorte d'anneau dont la couleur noire résulte en partie de la teinte des plaques qui la revêtent. Les racines sont également fréquemment atteintes et noires, fait qu'on n'observe jamais dans le cas de Piétin du premier type. La plante ainsi affectée est entravée ou même arrêtée dans son développement, qui n'a pu se poursuivre que jusqu'à un stade plus ou moins avancé, suivant les cas.

Lorsque l'épi se forme, il reste léger et blanc, du moins tant que des champignons noirs ne l'ont pas envahi. Cet aspect échaudage ou épi blanc, dont nous avons signalé l'existence possible dans ce cas du Piétin de la première catégorie, est presque la règle dans celui du second type. Aussi, tend-on souvent à rapporter dans tous les cas cet accident au champignon qui détermine les lésions noires à la base de la tige et sur les racines.

Ajoutons que le Piétin épi blanc est souvent accompagné d'un tallage réduit, avec pousses brunies ou entièrement détruites.

Le Piétin épi blanc apparaît fréquemment par foyers plus ou moins étendus dans le champ.

Champignon des taches ocellées.

Au niveau du premier entre-nœud, on voit d'abord apparaître des taches brunes (brun légèrement rougeâtre). Plus tard, les lésions qui se présentent, faitblement teintées, se décolorent complètement, sauf dans la partie centrale, où se trouvent des plaques mycéliennes (Pl. I, fig. 1). Celles-ci peuvent d'ailleurs occuper parfois une importante partie de la tache, qui peut même gagner en extension superficielle et s'étendre hors des limites primitives.

Au-dessous des gaines, qui sont les premiers organes attaqués, apparaissent sur les tiges (Pl. I, fig. 2-6) des taches décolorées de forme ocellée, plus longues que larges, parfois bordées d'un liséré rougeâtre.

Lorsque l'apparition de la tache sur la tige est un peu tardive, entre le niveau de la lésion sur la première gaine, d'une part, et sur la tige, d'autre

part, se produit un certain décallage, si bien qu'il semble que l'altération se soit élevée sur la tige. En réalité, seule, l'élongation de cet organe est la cause de ce défaut de coincidence entre les deux taches.

Dans un assez grand nombre de cas, l'altération de la gaine semble gagner la tige en descendant jusqu'au point de jonction de ces deux organes. Il semble que cette forme de Piétin doive être la plus grave ; car l'altération, qui atteindra la tige, sera dans de meilleures conditions de développement de par sa situation au niveau du sol et de par l'intervention de divers organismes, tels que certaines espèces de *Fusarium*, qui auront une action aggravante.

On conçoit que certaines de ces attaques, qui portent sur la base de la tige (Pl. I, fig. 6), aient un aspect rappelant celui de l'*O. graminis*. C'est

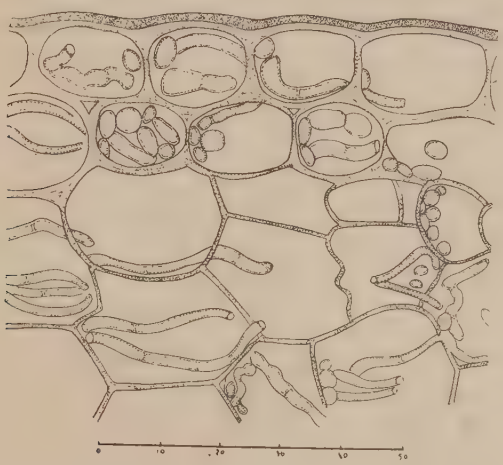


Fig. 1. — Coupe transversale de base de tige de Blé attaqué par le champignon des taches ocellées (Epernon, 31 mai 1929).

notamment le cas des lésions qui se sont élargies ou fusionnées de façon à entourer la tige. De fréquentes confusions ont dû vraisemblablement se produire. L'examen microscopique permet de les éviter. Il nous offre, en effet, le moyen de distinguer les deux champignons qui entrent en jeu.

Nous avons vu qu'après avoir envahi la gaine, le mycélium passe dans la tige située au-dessus.

Au début, celle-ci est affectée à ce niveau d'une lésion légèrement décolorée, qui est recouverte d'un lacis de filaments cylindriques, cloisonnés, plus ou moins teintés, souvent flexueux, ramifiés, qui s'entrelacent en des enchevêtrements, parfois lâches (Pl. II, fig. 1), mais fréquemment assez cohérents et constituant alors des plaques, d'ailleurs peu adhérentes (Pl. II, fig. 2). Toute cette production fungique est naturellement logée entre gaine

et tige. Tantôt à peine ébauchées, tantôt bien définies et assez serrées, les plaques sont, dans ce dernier cas, en grande partie constituées de cellules polygonales, ovales ou arrondies (Pl. II, fig. 2-4), dont les unes sont limitées par de fines membranes et dont les autres ont des parois assez épaissies. Ces éléments-ci sont, semble-t-il, très caractéristiques du champignon. Les cellules à parois épaissies, que nous avons signalées, se trouvent parfois isolées ou en petits groupes sur le trajet ou sur le flanc des filaments mycéliens. Des appressoria s'observent de place en place.

Des plaques émettent des filaments, qui pénètrent à travers la membrane épidermique, chez laquelle ils provoquent la formation de boutons réactionnels. Les cellules de l'hôte ne brunissent pas sous l'action du champignon, ainsi que c'est le cas de celles qui sont attaquées par l'*Ophiobolus graminis*.

Formé de filaments cloisonnés blanchâtres, ou légèrement teintés, le mycélium pénètre, soit dans l'épiderme (Pl. III, fig. 1-3), soit dans le mésophylle des gaînes, soit dans le parenchyme cortical ou médullaire, soit même dans les vaisseaux de la tige (fig. 1, 2).

Dans l'épiderme, on distingue des filaments cloisonnés, cylindriques ramifiés et enchevêtrés (Pl. III, fig. 1-2), parfois au point de constituer une sorte de trame, d'ailleurs peu serrée (Pl. III, fig. 3).

Les isolements, effectués à partir des chaumes atteints, nous ont permis d'obtenir, tant sur milieu liquide que sur gélose, un mycélium gris-bleuté constituant des amas arrondis, presque hémisphériques, veloutés, à développement lent, dans la plupart des cas. Sur carotte gélosée, la rapidité d'accroissement est un peu plus grande que sur les autres milieux essayés. Sur quaker oat gélosé, le mycélium duveteux, velouté, prend une couleur très claire au début. Sur carotte gélosée, la couleur de la culture est gris cendré. Sur Carotte, le mycélium acquiert, en général, une teinte plus foncée. En milieu liquide, sur bouillon de chaume en particulier, le champignon forme un voile d'aspect mucilagineux, nageant dans le liquide. A la surface du milieu de culture et le plus souvent sur les bords, le voile donne des amas arrondis, plus ou moins foncés, et qui, sur les parois de verre, constituent des appressoria.

Dans les cultures un peu âgées, à la surface du liquide, le champignon prend contact avec le verre, sur toute la périphérie et constitue des stries mycéliennes, couleur noir de jais, des plus caractéristiques. La tendance à constituer des mamelons hémisphériques épais, s'élevant au-dessus du milieu (voir Pl. IV, fig. 1-4) est très caractéristique.

A de basses températures, comprises entre 0° et + 5°, le champignon se développe assez bien.

Il convient de remarquer que les caractères culturaux de ce parasite sont tout à fait différents de ceux du *Leptosphaeria herpotrichoides*, auquel on attribue en général les taches en médaillon ou macules ocellées.

Aussi, sommes-nous obligés de distinguer nettement le premier de ces organismes du second. Faute d'avoir encore pu découvrir chez le champignon des taches ocellées des fructifications, nous sommes amenés à le désigner sous la lettre *x* (1, 2, 3).

Les cultures pures ont permis d'infecter des blés élevés aseptiquement en tubes stériles. Des fragments de culture disposés à la base des jeunes tiges donnèrent lieu, quatre ou cinq jours après, à un envahissement des racines,

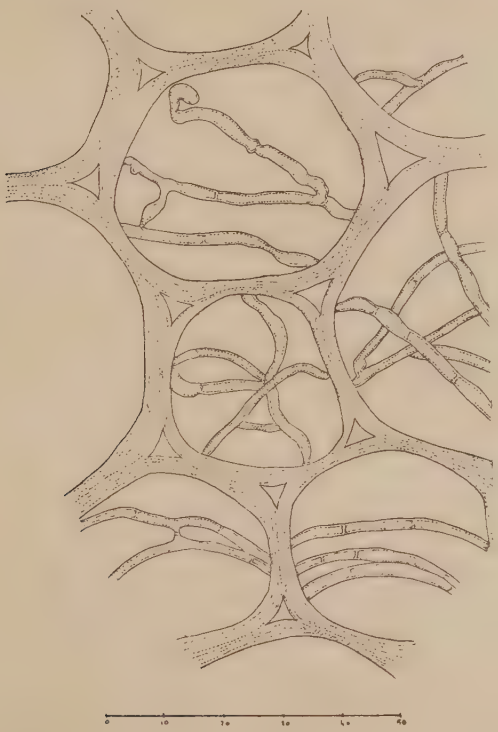


FIG. 2. — Coupe transversale (région vasculaire) d'un Blé récolté à la Martinière, près Orsay (17 mai 1930).

des gaînes et, plus tard, des tiges. Le développement du mycélium en surface est semblable à celui observé dans la nature. Des plaques comparables,

(1) FOEX (Et.) et ROSELLA (É.). — Contribution à nos connaissances sur le Piétin du Blé (*C. R. Ac. Sc.*, T. CLXXXIX, pp. 777-779, 4 novembre 1929).

(2) FOEX (E.). — Le Piétin du Blé (*C. R. Ac. Agr.*, T. XV, n° 29, pp. 1005-1010, 4 décembre 1929).

(3) FOEX (Et.) et ROSELLA (Et.). — Sur les diverses formes du Piétin (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, T. XVII, fasc. 2, pp. 41-50, février 1930).

en tous points, à celles que nous avons décrites (avec épaississement des cellules centrales), ne laissent aucun doute sur l'identité de la maladie. L'attaque se montra moins rapide, et la mort plus lente que dans le cas de Blés infectés de la même façon par l'*Ophiobolus graminis*.

Grâce aux cultures, ont pu être obtenues, à plusieurs reprises, des infections de Blés en terrine.

C'est ainsi que, sur des Blés semés le 30 décembre 1929, dans des terrines, dont le sol avait été contaminé le 8 janvier 1930, des infections ont pu être constatées le 10 février, aussi bien dans le cas des lots qui, depuis le 8 janvier, avaient été maintenus en serre chauffée, que dans le cas de ceux qui avaient été placés à l'extérieur.

Des Blés semés le 27 mars en terrine, dont le sol avait été contaminé le même jour par des cultures sur chaumes et qui avaient été maintenus depuis lors en serre, se montrèrent infectés le 23 avril 1930.

Il est intéressant de noter que des conditions réalisées à l'extérieur, du 30 décembre au 10 février, n'ont pas permis à l'*Ophiobolus graminis* d'infecter les Blés, alors que, pendant ce temps, le même parasite avait attaqué celles de ces plantes situées en serre.

Le champignon *x* paraît donc n'exiger pour son développement que des températures inférieures à celles que requiert l'*O. graminis*.

Des grains de Blé Bon Fermier semés le 18 octobre 1929, dans des sillons contaminés par des cultures pures, du 15 septembre 1929, ont donné des plantes qui présentaient, dès le 30 novembre 1927, un faible pourcentage de pieds portant des médaillons caractéristiques du champignon *x*, qu'on ne trouvait du reste pas dans les parcelles témoins voisines. Le 18 janvier 1930, le nombre de pieds attaqués est considérable.

Un terrain, ayant été divisé en 48 parcelles de $1^{m}50 \times 2^{m}25$ chacune, 24 de celles-ci ont été contaminées, le 15 septembre, avec des chaumes prélevés, après récolte, sur le champ d'expériences d'Epernon. Des semis ont été effectués tous les quinze jours à partir du 15 septembre, dans deux parcelles dont l'une avait été ainsi contaminée et l'autre ne l'avait pas été.

Sur la parcelle du 15 septembre, on pouvait observer dès le 8 novembre quelques pieds de Blé présentant des lésions en médaillons, sur lesquels s'observaient les plaques caractéristiques du champignon *x*. Les Blés semés à la même époque en terrain non infecté n'étaient pas atteints.

Dans la parcelle de Blés semés le 1er octobre, en terrain contaminé, on trouvait le 18 novembre 1929, deux pieds attaqués par le champignon *x*. Le 30 novembre, les infections s'étaient multipliées, sur la parcelle contaminée semée le 15 septembre, dans laquelle les Blés avaient 15 centimètres, et trois à quatre feuilles. A cette époque, des plaques mycéliennes étaient visibles, non seulement sur la gaîne externe, mais on en rencontrait également sur la deuxième gaîne et sur la tige. L'infection était donc déjà très

profonde. Certains Blés, qui étaient gravement atteints, paraissaient avoir sérieusement souffert.

Au cours de l'hiver qui, d'ailleurs, fut très doux, on vit successivement apparaître des médaillons dans les parcelles ensemencées les 15 octobre, 1er décembre, 15 décembre, 1er janvier,

Nous ne pouvons songer à établir, avant récolte, le pourcentage d'attaque dans les diverses parcelles. Ce travail-là ne pourra être fait qu'au moment de la moisson.

Toutefois, il n'est pas douteux qu'à la date du 1er mars, la proportion de pieds atteints était d'autant plus considérable que le semis était plus ancien. On sait, du reste, que les agriculteurs déclarent que les Blés emblavés tôt, en saison, sont plus exposés au Piétin que d'autres.

Le fait suivant mérite d'être noté. Alors que, pendant tout l'hiver, des Blés placés en parcelles-témoins sont restés indemnes, au printemps, certaines plantes situées en terrains non infectés, mais au voisinage (1 m.) des foyers que constituaient les Blés des 15 septembre et 1er octobre, ont présenté les médaillons et les plaques caractéristiques du champignon *x*. Il semble y avoir eu contamination par le voisinage. Celle-ci peut résulter évidemment du transport accidentel par l'homme, les animaux, les eaux, le vent, de fragments de chaumes ou de particules de terre. Mais on peut également se demander si des « germes » du parasite n'ont pu être transportés par l'air.

Faisons remarquer que certains auteurs [Peyronel (1) notamment], ont été amenés à considérer comme anémophile le *Leptosphaeria herpotrichoides*, qu'on rend généralement responsable de la formation des lésions ocellées, en médaillon.

Cette anémophilie s'expliquerait s'il devait être prouvé qu'une forme conidienne telle que celle du *Cercosporella herpotrichoides* entre dans le cycle du champignon *x*.

Les observations que nous avons pu faire entre les mois de septembre 1929 et de mai 1930, nous permettent d'affirmer que le champignon *x* est capable de se développer pendant un hiver doux, tel qu'a été celui de 1929-1930. Du reste, nous avons constaté qu'alors qu'il se trouvait en chambre frigorifiée entre 0° et 5°, du 15 juillet au 15 septembre, le champignon *x* a continué à végéter à cette basse température.

D'autre part, l'examen, au mois d'avril 1929, de plaques mycéliennes portées par les chaumes ayant subi sur la terre les effets du rigoureux hiver 1928-1929, nous a permis de constater, grâce aux colorations par le rouge neutre, que certains des filaments étaient parfaitement vivants.

(1) Peyronel (B.). — Il mal del piede dei cereali (*Bolletino della R. Stazione di Patologia vegetale*, Anno IV, Nuova serie, n° 4, pp. 285-336. October 1926).

Cercosporella herpotrichoides G. Fron.

A la surface des jeunes taches de piétin verse typique (taches ocellées), nous avons rencontré, au début de mai 1929, des fructifications blanchâtres recouvrant toute la lésion.

Les spores cylindro-coniques hyalines et cloisonnées à maturité furent reconnues identiques à celles décrites par G. Fron sous le nom de *Cercosporella herpotrichoides* (1) et que l'un de nous avait étudiée en 1914 (2).

Notre attention ayant été attirée par ce champignon, nous l'avons recherché et rencontré à maintes reprises en plus ou moins grande abondance, sur de jeunes Blés infectés à l'aide de chaumes provenant d'Epernon.

Des jeunes plantules recouvertes de plaques brunes typiques du champignon *x* ayant été placés en flole d'Erlenmeyer renfermant de l'eau se recouvrirent rapidement de conidies de *Cercosporella herpotrichoides*.

Enfin, le 4 décembre 1919, et dans une série d'essais effectués en décembre sur des jeunes Blés porteurs de taches ocellées typiques du champignon *x*, furent prélevés des fragments de plaques mycéliennes. Après avoir été disposés en gouttes pendantes, ceux-ci donnèrent pour la plupart des fructifications de *Cercosporella herpotrichoides*.

Les conidiophores hyalins, cylindriques, sont en général renflés à la base, au niveau de laquelle le diamètre est à peu près égal à celui du mycélium. Ils se terminent par une extrémité amincie (fig. 3 [1]). Les conidies, qui sont très allongées, n'ayant qu'une faible surface de contact avec leur conidiophore, se détachent facilement de celui-ci.

En goutte pendante, les conidies sont le plus souvent groupées par deux ou trois et parfois davantage. Elles sont allongées, rectilignes ou incurvées, plus renflées à la base qu'au sommet, qui est assez effilé ; elles mesurent 60 à 100 µ sur 2 à 4 µ.

Les conidies de *Cercosporella herpotrichoides*, développées en gouttes pendantes, se cloisonnent rapidement (elles subissent deux à cinq septations) (fig. 3 [2]) et germent avec la plus grande facilité (fig. 3 [2]).

Parfois, des étranglements se produisent au niveau des cloisons et la germination s'effectue directement par filaments terminaux ; mais, le plus souvent, se constituent des conidies secondaires, du type de celles que l'un de nous a décrites (fig. 3 [3]).

Après avoir émis des conidies secondaires, les conidies primaires ont

(1) Fron (G.). — Contribution à l'étude de la maladie du Pied Noir des Céréales ou maladie du Piétin (*Annales de la Science agronomique*, 1re année, 4e série, T. I, pp. 3-29).

(2) Foex (E.). — Quelques faits relatifs au Piétin du Blé (*Bulletin de la Société de Pathologie végétale de France*, T. I, pp. 26-30, 5 juin 1924).

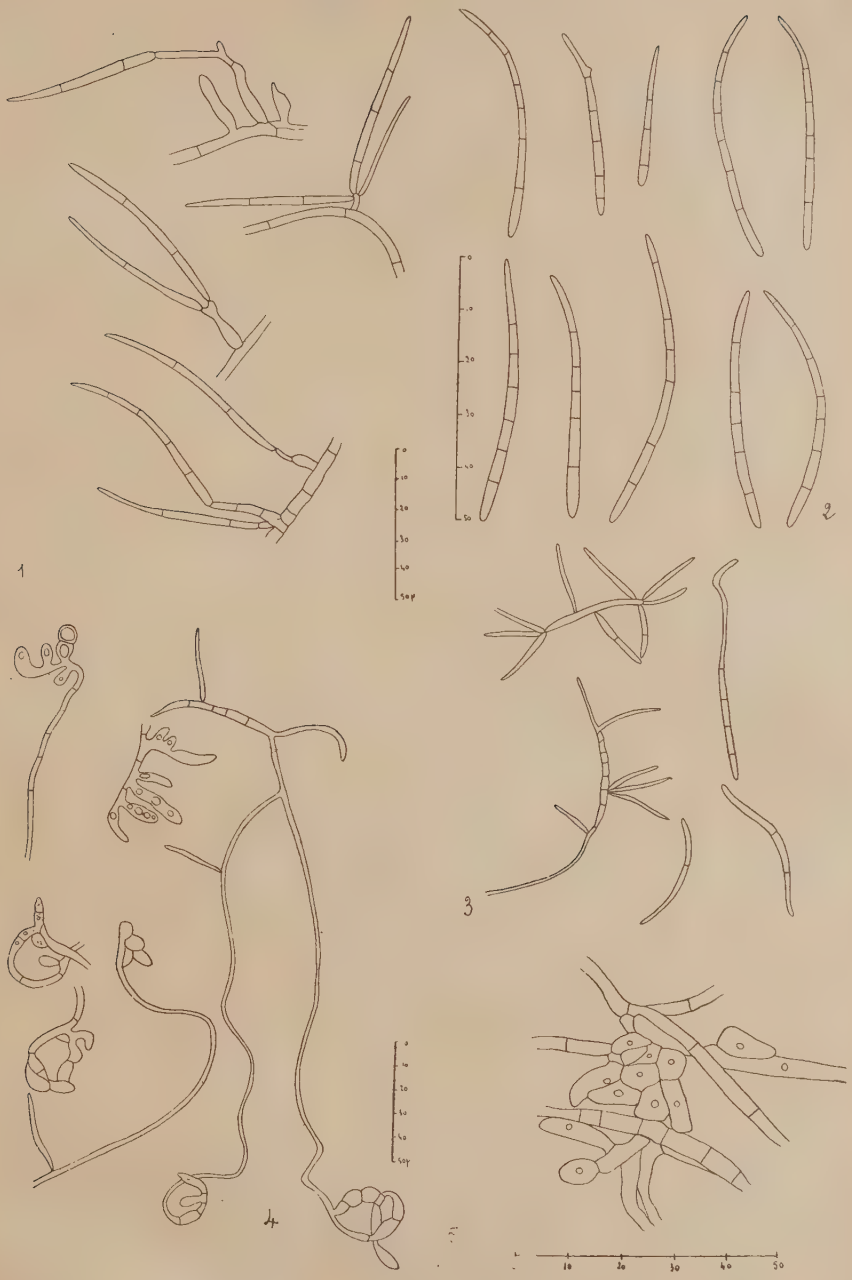


FIG. 3. — *Cercosporella herpotrichoides* G. FRON.

1. Fructifications de *Cercosporella herpotrichoides* obtenues en goutte pendante (aspect au bout de vingt-quatre heures. — 2. Spores de *Cercosporella herpotrichoides* développées en gouttes pendantes. — 3. Germination par sporidies secondaires et par filaments des spores du *Cercosporella herpotrichoides* en goutte pendante. — 4. Germination de *Cercosporella herpotrichoides* en goutte pendante après soixante-douze heures. On remarquera les ébauches de plaques constituées à l'extrémité des filaments germinatifs. — 5. Plaque mycélienne sur gaîne d'Orge infectée en tube par une culture pure de champignon *x*.

une tendance à constituer des filaments mycéliens, en général terminaux (fig. 3 [4]).

A la température de 20° en goutte pendante, après avoir rapidement (soixante-douze heures) atteint cinq à six fois la longueur de la spore qui leur a donné naissance, ces filaments se contournent fréquemment et leur partie terminale se renfle en se segmentant nettement. De cette façon, se constituent des ébauches de plaques rappelant singulièrement celles observées dans le cas du champignon *x* (fig. 3 [4]).

En boîte de Pétri, sur gélose carotte, se constituent non des conidies secondaires, mais des filaments germinatifs latéraux ou terminaux, qui se développent ensuite vigoureusement.

Dans les nombreux essais que nous avons effectués (plus de trente), nous avons obtenu chaque fois, en partant de telles conidies, des cultures typiques de champignon *x*.

La fréquence de ce dernier champignon pourrait être, il est vrai, attribuée à des fragments de mycélium ayant passé inaperçus.

Toutefois, un examen attentif des préparations porte plutôt à supposer, sans d'ailleurs pouvoir l'affirmer, que ces plaques sont bien issues de conidies en germination.

Si, d'autre part, nous rapprochons ce fait d'un autre, le développement sur de jeunes Blés en terrine de conidies de *Cercosporella herpotrichoides*, qui étaient apparues aussi bien sur la base de la plante que sur la gélose des cultures du champignon *x* ayant servi à les infecter, nous sommes amenés à nous demander si nous ne nous trouvons pas en présence d'une forme conidienne de ce dernier champignon. Mais, seule, l'apparition, qui ne s'est pas encore produite, de conidies de *Cercosporella herpotrichoides* en culture pure du champignon *x* nous apporterait une certitude.

Ophiobolus graminis Sacc.

C'est le 10 juin 1929 que, dans un champ du Centre Agronomique de Versailles (les Moyens Closeaux), nous avons fait nos premières récoltes de Blés attaqués par l'*Ophiobolus graminis*. Peu de jours après, nous avons observé cette maladie à la Ferme de l'Institut Agronomique, à Noisy-le-Roy (Seine-et-Oise). L'*Ophiobolus graminis* a ensuite été constaté à plusieurs reprises, jusqu'à la moisson, dans les Blés du Centre Agronomique de Versailles. Dans les divers cas, des pieds attaqués étaient disséminés dans le champ, et non groupés, de façon à constituer des plages, ainsi qu'il advient si souvent.

Les Blés atteints présentaient un épi léger, presque vide, blanc, tant que

les saprophytes ne l'avaient pas recouvert d'un revêtement noir. C'était le facies échaudage, bien caractérisé.

Souvent, la tige principale était entourée de jeunes talles desséchés sous l'action de la maladie, qui les avait arrêtées dans leur développement.

Le collet, la base de la tige, souvent les racines elles-mêmes, étaient recouverts de plaques mycéliennes brun-noirâtre, qu'on retrouvait également à la surface des talles desséchées (fig. 4). Le fait que celles-ci étaient

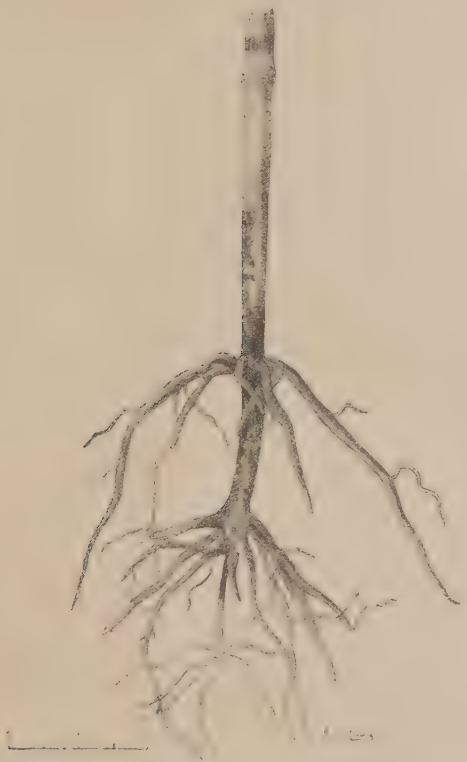


Fig. 4. — Base de plante de Blé attaquée par *Ophiobolus graminis*.

revêtues de ce feutrage permet de supposer que l'attaque est survenue peu après le début du tallage. Le faible tallage des plantes malades peut s'expliquer, soit par une réceptivité plus grande, manifestée par les pieds peu vigoureux, soit par une entrave apportée par le champignon au développement des pousses qui, sans son attaque, auraient pu évoluer normalement. De ces deux interprétations, la seconde nous paraît la plus satisfaisante.

D'autre part, les racines, qui étaient entièrement brunies, avaient un

développement normal. Ceci nous a permis de supposer que l'envahissement des plantes par le champignon avait été assez tardif.

En faveur de cette manière de voir, nous devons rappeler que nous n'avons observé la maladie qu'à la mi-juin.

Un examen rapide des organes brunis montre qu'ils sont revêtus d'un lacis de filaments foncés d'assez grande dimension, lesquels constituent à leur surface les plaques mycéliennes que nous avons signalées. Celles-ci sont formées d'articles ovales, allongés, irréguliers, à parois moins épaissies que celles observées sur les lésions accompagnant le Piétin verse.

Une étude plus attentive révèle les faits suivants : On observe, d'une part, des filaments mycéliens, qui restent à peu près rectilignes et sont fréquemment groupés en faisceaux (Pl. V, fig. 1) ; d'autre part, des ramifications issues de ces filaments à tendance rectiligne (Pl. V, fig. 2). Plusieurs de ceux-ci (Pl. VI, fig. 1), poussent des ramifications souvent incurvées, qui en constituent d'autres. Celles-ci finissent par occuper tout l'espace compris entre les premières (fig. 3 et 4). Les éléments cellulaires, qui remplissent les mailles de ce réseau, sont courts et relativement grands vis-à-vis de ceux qui entrent dans la constitution des plaques du champignon que nous dénommerons x. Une branche mycélienne et les ramifications de divers ordres qui en procèdent sont assez souvent rangées suivant un mode à peu près spirale (Pl. V, fig. 4). Au point de vue de la teinte des différences assez grandes existent entre les diverses cellules qui entrent dans les plaques. Certaines sont beaucoup plus foncées que d'autres. Ls points au niveau desquels certains rameaux, qui portent des plaques, se fraient une voie à travers la paroi épidermique de l'hôte se manifestent sous forme d'un cercle, qui apparaît en clair sur le fond plus ou moins teinté de la cellule dans laquelle est émis le filament perforant.

Sous l'emplacement du mycélium brun et notamment sous les plaques mycéliennes, les racines et la base de la tige, même débarrassées de ce revêtement superficiel, conservent un aspect noirâtre, dû à l'envahissement des tissus par des hyphes de teinte foncée.

La pénétration du mycélium provoque des réactions de la part des membranes cellulaires de l'hôte (Pl. V, fig. 2 et 4 ; Pl. VI, fig. 1). Ces gaînes réactionnelles sont particulièrement nombreuses et développées dans les bourgeons brunis, où leur longueur atteint le diamètre même des cellules. Dans les tiges plus évoluées, ces productions n'acquièrent pas ces dimensions.

Dans les tiges, les boutons réactionnels sont surtout manifestes sur la membrane épidermique. Ils sont plus rares dans les assises plus profondes. La figure 1, Pl. VII, en montre dans l'assise sous-épidermique. Mais, généralement, ces boutons réactionnels sont de moins en moins nombreux, au fur et à mesure qu'on approche du cylindre central.

Dans les tissus corticaux de la tige, le mycélium acquiert un tel déve-

loppement qu'il parvient souvent à obturer la lumière des cellules (Pl. VII, fig. 1 et 3). Parfois, seules, les parois sont tapissées par le mycélium, qui, plaqué contre les membranes, donne à celles-ci un aspect bruni, que Prillieux et Delacroix (1) attribuaient à des altérations cellulaires.

Dans la tige, la pénétration du mycélium s'effectue d'abord dans les deux ou trois premières couches de cellules sous-épidermiques (Pl. VII, fig. 1). Le champignon ne gagne généralement en profondeur qu'au cours d'une période avancée de la maladie. Il progresse alors, non seulement dans le parenchyme cortical interne, mais encore dans les régions vasculaires et médullaires (Pl. VII).

Les racines et les jeunes talles sont souvent entièrement envahies.

Ce n'est qu'avec une certaine difficulté que nous avons pu découvrir dans la nature, en 1929, des périthèces d'*Ophiobolus graminis*. Les chaumes que nous avons récoltés durant l'hiver 1928-1929 n'en portaient pas.

Les premiers périthèces, que nous avons pu observer, ont été récoltés le 6 juillet à Epernon, sur des Blés à épis blancs. Ces conceptacles, qui portaient des poils, étaient logés dans les gaînes et leur col était visible à l'œil nu. L'existence à cette époque de périthèces a été signalée par divers auteurs, notamment par V. Ducomet, qui a, d'ailleurs, également trouvé ces conceptacles au printemps (avril-mai), sur des pousses de tallage tuées par le champignon (2).

Vers la mi-juillet, nous avons pu observer des périthèces d'*Ophiobolus graminis*, développées dans des gaînes altérées recouvrant la base d'un chaume très atteint par le Piétin échaudage (Pl. VIII).

Ces conceptacles renfermaient des asques contenant des ascospores qui, non encore cloisonnés, étaient manifestement incomplètement mûrs. Dans ces périthèces, se trouvaient des paraphyses, telles que celles qui ont été signalées par divers auteurs, entre autres par Prillieux et Delacroix (3), ainsi que par Davis (4). Les ascospores, qui étaient légèrement teintées, mais bien moins que le sont celles d'*Ophiobolus herpotrichus*, renfermaient de nombreuses gouttelettes réfringentes. Dans la plupart des cas, ces ascospores se sont cloisonnées au cours de la germination ; parfois, cependant, ils n'ont subi aucune septation. Dans ce dernier cas, la germination s'est effectuée exclusivement aux extrémités des ascospores.

(1) Prillieux et Delacroix. — La maladie du pied du Blé causée par l'*Ophiobolus graminis* (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. VII, pp. 110-113, Pl. XVI, 1890).

(2) V. Ducomet. — Recherches sur le Piétin des Céréales (*Annales de l'Ecole Nlationale d'Agriculture de Rennes*, T. VII, 1913).

(3) Prillieux et Delacroix. — La maladie du pied du Blé causée par l'*Ophiobolus graminis* (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. VII, pp. 110-113, Pl. XVI, 1890).

(4) Davis (R. F.). — Studies on *Ophiobolus graminis* and the take all disease of wheat (*Journal of Agricultural Research*, 31, pp. 801-825, T. I-VI, fig. 1-5, 1925).

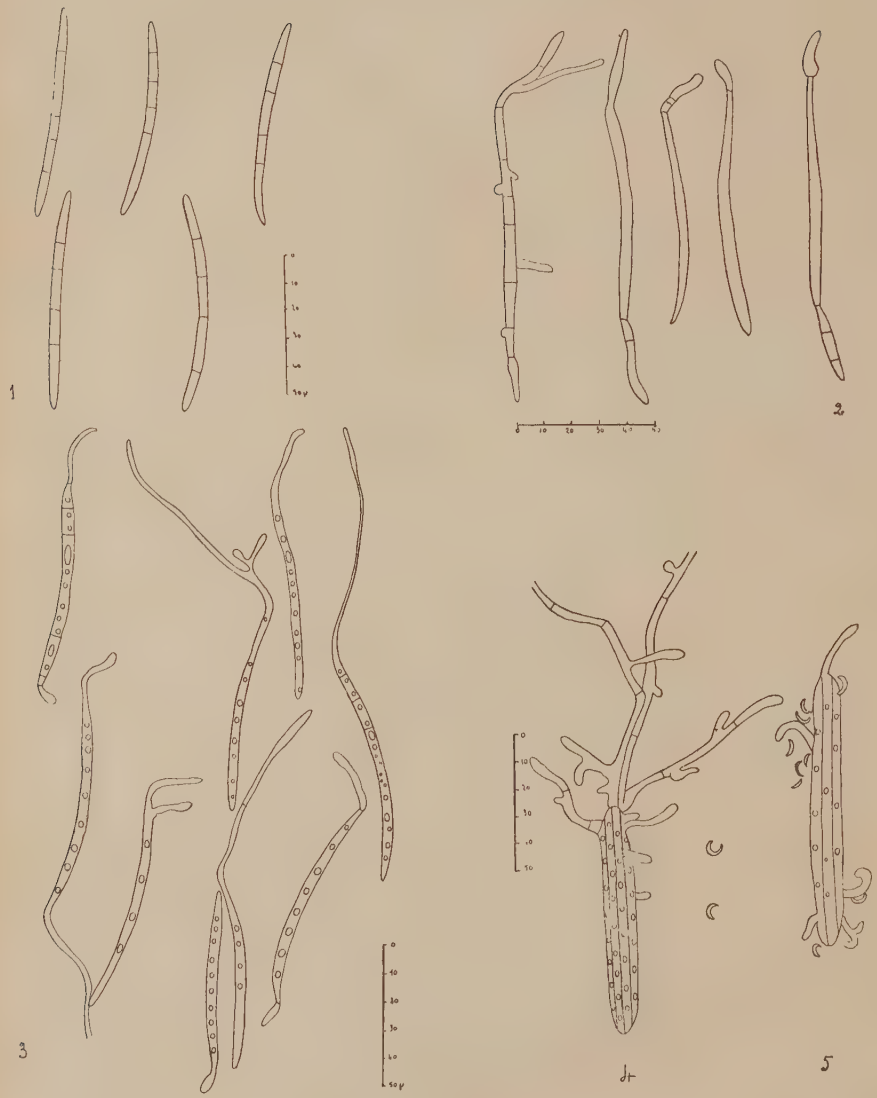


Fig. 5. — *Ophiobolus graminis* Sacc.

1. Ascospores d'*Ophiobolus graminis* obtenues en cultures pures sur quaker-oat au bout de trois semaines. — 2. Germination des ascospores d'*Ophiobolus graminis* en goutte pendante. Les filaments germinatifs se développent lentement. — 3. Germination des ascospores d'*Ophiobolus graminis* en goutte pendante. Germination directe. — 4. En goutte pendante, germination directe à l'intérieur de l'asque. — 5. Dans la même goutte pendante, germination à l'intérieur de l'asque, d'abord par sporidies et puis par voie directe.

Les asques ont 100-110 $\mu \times 13$ μ. Ils sont donc un peu plus longs que ceux signalés par Mangin (1) pour *Ophiobolus graminis* (80-90 × 12-13 μ). Les ascospores ont 72-73 × 3-3,5 μ (fig. 5 [1]).

Les ascospores sont donc proportionnellement plus épais, de même qu'ils sont plus clairs, que celles d'*Ophiobolus herpotrichus*.

L'association de conceptables et d'un mycélium sur la même plante ne permet de conclure que les premiers sont des fructifications du second que lorsque des connexions entre ces éléments ont été nettement mis en évidence.

Ainsi que nous le verrons plus loin, les cultures pures, faites à partir du mycélium, nous ont permis, à plusieurs reprises, d'obtenir des périthèces et de démontrer ainsi que ces conceptacles font bien partie du cycle du champignon auquel appartiennent les filaments, à partir desquels avaient été faits les isolements. Avant même l'apparition de ces conceptacles, nous avions été frappés de la ressemblance très étroite entre le champignon que nous avions obtenu en culture et celui dont Davis (2) avaitt donné des photographies et des descriptions fort précises.

Voici, du reste, les caractères culturaux que nous avons pu noter :

1° Sur *carotte gélosée*. — Culture brun-foncé, d'aspect strié fimbrié. Cet aspect est dû à la présence de filaments plus foncés que les autres, qui sont groupés en faisceaux et qui tranchent nettement sur le reste de la culture, laquelle est formée d'un mycélium uniforme. Davis (2) a précisément signalé, décrit et photographié cet aspect caractéristique de l'*Ophiobolus graminis*, qui diffère des cultures d'*O. herpotrichus*, en ce que si ces dernières sont fimbriées, elles le sont cependant bien moins nettement et qu'elles affectent sur les divers milieux gélosés une couleur plus claire et un aspect plus cotonneux.

2° Sur *carotte et pomme de terre gélosées*. — L'aspect général est sensiblement le même que dans le cas précédent ; toutefois, la teinte plus claire et l'envahissement de la gélose par un mycélium cotonneux homogène, enlève ou masque l'aspect fimbrié, signalé sur carotte gélosée.

Sur carotte, mycélium blanc, qui brunit en quatre ou cinq jours et qui donne sur le verre des faisceaux bruns, d'un très joli aspect.

Sur quaker oat gélosé ont été obtenus, au bout d'environ un mois des périthèces d'*Ophiobolus graminis*, ceux-ci étant plaqués contre le verre ou les bords de la culture.

Très volumineux et pourvus d'un petit col, ils étaient recouverts de poils. Les parois des asques, lesquels étaient très nombreux, se gélifiaient

(1) Mangin (L.). — Sur le Piétin ou maladie du Pied du Blé (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. xv, pp. 210-239, Pl. xi-xiii, fig. 1-8, 1899).

(2) Davis (R. F.). — Studies on *Ophiobolus graminis* and the take all disease of wheat (*Journal of Agricultural Research*, 31, pp. 801-825, T. i-vi, fig. 1-5, 1925).

parfois rapidement, si bien que les ascospores étaient émises à l'intérieur de la cavité du périthèce. Dans bien des cas, cependant, ces ascospores étaient encore compris dans les asques, lesquels, placés au contact de l'eau, diffluèrent rapidement. Au bout d'une demi-heure, à la température de 25°, les ascospores furent émises et tendirent à s'éloigner les unes des autres.

A leur sortie des périthèces, ces ascospores, qui n'étaient généralement pas encore septées, étaient légèrement teintées et en tout point comparables à celles observées dans les périthèces prélevés dans les champs.

Dans une première série d'essais, nous avons toujours vu les ascospores germer dans l'eau en goutte pendante suivant le mode que voici : dans la plupart des cas se produit un cloisonnement. Parfois, cependant, aucune septation ne se manifeste. Ensuite, l'ascospore pousse des tubes germinatifs, qui, exclusivement terminaux, dans les cas où aucune septation ne s'est produite, se constituent généralement aussi latéralement (Pl. XI, fig. 1, 2, 3).

Placées sur gélose, les ascospores germèrent de la même façon. Le mycélium qu'elles constituèrent resta assez longtemps (huit à dix jours) incolore.

Donc, lors de nos observations de 1929, nous avons rencontré un mode de germination qui ne diffère pas de celui signalé par Prillieux et Delacroix (1) et plus récemment par Davis (2).

Dans une deuxième série [8 au 15 mai 1930] (où nous avons parfois constaté la germination des ascospores encore contenues dans l'asque), nous avons obtenu indistinctement des germinations par filaments ou par sporidies secondaires. Celles-ci étaient identiques à celles décrites par Mangin (3) et que l'un de nous (4) a également eu l'occasion de les observer (fig. 5 [4]).

Nous n'avons pu découvrir quelles sont les raisons de ces différences. Les conditions dans lesquelles s'est effectuée la germination paraissent avoir été les mêmes dans les deux cas.

On peut évidemment être porté à invoquer des différences de maturité. Mais aucun critérium ne nous permet de définir quelle est la situation des spores à cet égard.

Remarquons qu'après avoir émis des sporidies, certaines ascospores se sont mises à constituer quelques filaments.

D'autre part, certaines ascospores, qui germent lentement, donnent naissance à des filaments très réduits.

(1) Prillieux et Delacroix. — La maladie du pied du Blé causée par l'*Ophiobolus graminis* (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. VII, pp. 110-113, Pl. XVI, 1890).

(2) Davis (R. F.). — Studies on *Ophiobolus graminis* and the take-all disease of wheat (*Journal of Agricultural Research*, 31, pp. 801-825, T. I-VI, fig. 1-5, 1925).

(3) Mangin (L.). — Sur le Piétin ou maladie du Pied du Blé (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. XV, pp. 210-239, Pl. XI-XIII, fig. 1-8, 1899).

(4) Foex (Et.). — Quelques faits relatifs au Piétin du Blé (*Bulletin de la Société de Pathologie végétale*, T. I, pp. 26-30, Pl. I, 1914).

De ce qui précède, il semble résulter que toutes les formes de germination sont possibles. Nous avons du reste déjà vu des phénomènes du même ordre dans le cas du *Cercosporella herpotrichoides*.

Rappelons que Kirby (1) estime que les sporidies falciformes sont sans fonction. D'après Peyronel (2), il est vraisemblable qu'elles constituent des organes de multiplication et de diffusion du champignon qui prennent naissance quand les ascospores germent dans l'eau pluviale et ne trouvent pas à leur contact immédiat un substratum approprié à la nutrition du mycélium.

Des essais d'infection ont été réalisés à partir des cultures pures.

Nous avons d'abord opéré en milieu aseptique, sur de jeunes plantes de Blé développées en tubes gélosés. Des plantes âgées de six jours ont manifesté, trois jours après l'inoculation un brunissement intense de tous ceux des organes qui avaient été infectés. Dans le cas où l'infection avait débuté au collet, elle s'était rapidement généralisée, tant aux racines qu'à la partie supérieure de la tige.

Des plaques mycéliennes semblables, en tout point, à celles qui se forment dans la nature, nous garantissent que nous avons affaire au champignon dont nous avions constaté l'association avec le Piétin échaudage.

Un mois après, les plantules étaient complètement brunies et entièrement désorganisées par les filaments mycéliens de teinte foncée qui se développèrent sur le quaker oat gélosé, en bordure duquel se formèrent des périthèces renfermant des asques et ascospores bien constituées d'*Ophiobolus graminis*. Ces conceptacles apparurent également en grand nombre sur les racines de Blés infectés en tubes stériles.

Des essais d'infection ont été réalisés en terrines. Des Blés semés le 30 décembre 1929 et infectés les uns le 8 janvier 1930, d'autres le 16 janvier 1930, par des cultures d'*Ophiobolus graminis*, maintenus en serre depuis lors, ont présenté, le 10 février 1930, une infection des racines et de la base de la tige. Les terrines maintenues à l'extérieur à cette époque n ont, au contraire pas été infectées.

Des Blés semés le 7 mars dans une terrine, contenant une terre contaminée par des cultures pures d'*Ophiobolus graminis sur chaumes*, et maintenues en serre, étaient dès le 25 mars attaqués par ce champignon.

Des périthèces se sont constitués sur les plantes ainsi attaquées (Pl. X).

Des essais d'infection ont été effectués en pleine terre. Les résultats en seront ultérieurement fournis.

(1) Kirby (R. G.). — The take-all disease and grasses (*Phytopathology*, T. XII, pp. 66-68, 1922).

(2) Peyronel (B.). — Il mal del piede dei Cereali (*Bolletino della R. Stazione di Patologia Vegetale*, Anno VI, Nuova serie, n° 4, pp. 285-336, October 1926).

Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.

Les fructifications de ce champignon ont été fréquemment observées sur des chaumes ayant hiverné dans les champs, et c'est vers la fin mars 1929 que nous en avons rencontré de grandes quantités. Nous avons ainsi pu faire de nombreux essais culturaux.

Les périthèces prennent naissance soit sur le premier entrenœud, soit sur le nœud qui le limite vers le haut, niveau où persistent souvent les gaînes. C'est donc dans ce tissu assez lâche que se constituent le plus facilement les fructifications qu'on trouve du reste aussi sur les tiges dénudées. Ces périthèces sont bruns et couverts de poils raides foncés, cloisonnés un plus ou moins grand nombre de fois. Les périthèces, où nous avons relevé une seule fois la présence d'un col assez réduit, sont globuleux, souvent plus larges que hauts. Les dimensions de ces conceptables sont en moyenne de 550×400 µ.

Lorsque les asques sont encore jeunes, ils sont entourés de nombreuses paraphyses, qui les dépassent légèrement ($85 \times 1{,}5$ µ contre 75 µ). Dans des périthèces approchant de la maturité, nous avons pu observer ces mêmes paraphyses. Toutefois, leur aspect étant à peu près identique à celui des ascospores, on les distingue difficilement de celles-ci.

Dans une première série de préparations, nous avons constaté l'existence d'ascospores jaune d'or, ayant $60 \times 90 \times 2$-3 µ, logées dans des asques ayant 220 µ. Dans une seconde série, nous avons observé des ascospores ayant sensiblement la même couleur, mais une plus grande dimension : 115-$180 \times 2{,}3$ µ (fig. 6 [1]).

En boîte de Pétri, sur carotte gélosée, les ascospores germent très rapidement, à l'intérieur de l'asque, par des tubes mycéliens terminaux, plus rarement latéraux (fig. 6 [1]). Au bout de vingt-quatre heures, à la température de 20°, les asques sont entourées d'un réseau mycélien rayonnant, qui prend très vite une grande extension.

D'autres fois, la germination est libre ou bien les spores sont réunies apar deux ; auquel cas, on observe des anastomoses entre les filaments germinatifs.

En goutte pendante, les ascospores germent avec une rapidité légèrement moindre, à peu près de la même façon que sur gélose. Nous n'avons jamais observé que la germination à l'intérieur de l'asque, par filaments, sans formation de spores secondaires (fig. 6 [1]), par conséquent, suivant le mode décrit par l'un de nous. Au bout de plusieurs jours, se constitue un réseau plus ou moins serré, formé par un mycélium, qui brunit peu à peu. Des appressoria très caractéristiques se forment, ils sont uni ou pluricellulaires (fig. 6 [2]).

Il est à remarquer que ce sont les parois des périthèces qui constituent le plus facilement ces appressoria, sans doute parce qu'elles peuvent donner naissance à de gros filaments, alors que moins bien pourvues de matières nutritives, les spores ne peuvent en émettre d'aussi volumineux.

L'*Ophiobolus herpotrichus* donne, sur gélose, une culture blanc grisâtre, tantôt d'aspect bleuté, tantôt plus foncée. Parfois, on observe des sortes

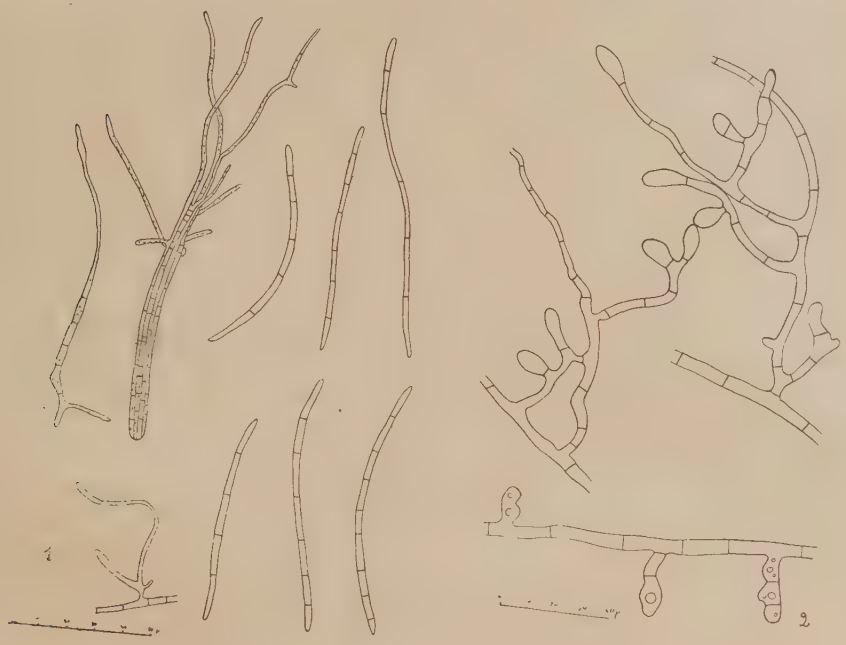


Fig. 6. — *Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc.

1. — Ascospores d'*Ophiobolus herpotrichus*, les unes à l'intérieur de l'asque, les autres ayant été émises hors de celui-ci et germant en goutte pendante par la voie directe.
2. — Mycélium ayant pris naissance à partir des parois de périthèces d'*Ophiobolus herpotrichoides* et porteurs d'appressoria.

de stries, dues à ce que la gélose est parcourue par des filaments réunis en faisceaux. Enfin, apparaît un mycélium qui confère un aspect gris à la culture.

Cet important caractère rapproche cependant ce champignon de l'*Ophiobolus graminis*, qui est, du reste, bien moins cotonneux et nettement plus foncé.

En culture sur gélose, nous avons pu observer de nombreux appressoria assez volumineux, uni ou bi-cellulaires. Certains d'entre eux, surtout au voisinage des parois du tube, donnent naissance à des filaments.

En boîte de Pétri, on voit souvent une alternance de zones concentriques, claires et foncées.

Les deux types d'*Ophiobolus herpotrichus* que nous avons observés ont donné des cultures identiques.

Signalé sous le nom de *Sphaerita herpotricha* Fries, par Mougeot (1), dans les Vosges, sous celui de *Raphidospora Lacroixii*, par Marchand (2), l'*Ophiobolus herpotrichus* a souvent été accusé d'être la cause de certaines formes de Piétin. Rappelons que, dès 1858, les frères Tulasne (3) attribuèrent à l'*Ophiobolus herpotrichus* (Fr.) Sacc. la maladie du Blé connue en France sous le nom de Piétin. En 1884, Brunaud (4) a signalé l'existence de l'*Ophiobolus herpotrichus* dans plusieurs localités de la Charente-Inférieure. D'autre part, l'*Ophiobolus herpotrichus* fut, dès 1880, rencontré par Cugini (5) à Bologne (Italie), dans des champs de Froment qui présentent les symptômes caractéristiques du mal du Pied. Le même auteur a signalé ce champignon à Modène en 1890. Selon Ferraris (6), aux environs d'Alba, dans le Piémont, le dessèchement du Blé serait dû surtout à cette espèce. Prunet (7), qui, dans la région de Toulouse, l'a trouvé fréquemment et parfois exclusivement sur les Blés atteints par le Piétin, l'a accusé d'être la cause de la maladie. L'attaque porterait sur tige ; on ne la signale pas sur les racines. Kassel (8), en 1907, estime que l'Ophiobolus herpotrichus cause un Piétin très grave. Ernst Voges (9) (1913), tout en cherchant à établir les relations entre le *Fusarium rubiginosum* et l'*Ophiobolus herpotrichus*, conclut que celui-ci n'est pas assez nettement parasite pour pouvoir pénétrer directement dans les tissus sains. D'après cet auteur, le champignon n'envahirait la plante

(1) Mougeot. — Chmpignons des Vosges, Epinal, p. 102, 1845.

(2) Marchand. — Sylloge, p. 251, Paris, 1856.

(3) Tulasne. — Selecta Fungorum Carpologia, T. II, p. 255, Paris, 1863.

(4) Brunaud. — Description des Sphériacées des environs de Saintes-La Rochelle, p. 213, 1884.

(5) Cugini (G.). — Sopra una malattia del frumento recentamente comparsa nella provincia di Bologna (*Giorn. Agrario Italiano*, 14, n° 13-14, 3 pp., 1880).

Cugini (G.). — Notizia intorno alle malattia crittogamiche osservate in presente coltivate nel Modenese nel 1889 (*Boll. dell. R. Staz. Agraria di Modena*), n. ser., 9, 1889 (Modena, 1890), pp. 44-62 (*Ophiobolus herpotrichus* Fr. Sacc., p. 46-69).

(6) Ferraris (F.). — Trattato di Patologiæ terapia vegetale ad uso delle scuole di agricoltura. Parasiti vegetali delle piante coltivate od utili. Vol. I. Milano, 1926, *Ophiobolus herpotrichus* FF.) Sacc., p. 526.

(7) Prunet (A.). — Contribution à l'étude de l'*Ophiobolus herpotrichus* (*Extrait de la Société d'Histoire Naturelle et des Sciences Biologiques de Toulouse*, T. XLVI, n° 3, pp. 3-12. 1913).

(8) Kassel. — Der Weizenhalmtoter (*Ophiobolus herpotrichus*). Illus. Landw. Zeit.. XLVIII, 31, p. 409, 1927.

(9) Voges. — Uber *Ophiobolus herpotrichus* (*Centralbl. f. Bakt. abst.*, 2, pp. 49-64. 1916).

que lorsqu'elle est affaiblie. Cruger (1) écrit en 1929 que, durant les années 1927 et 1928, en Prusse, le Piétin étudié par lui était associé avec la présence du *Leptosphaeria herpotrichoides* et de l'*Ophiobolus herpotrichus*.

Nous devons déclarer que, malgré de nombreux essais, nous n'avons jamais pu isoler ce champignon à partir des Blés atteints de Piétin verse ou de P. échaudage, que nous avons récoltés dans la région parisienne.

Si nous nous en tenions aux résultats de nos essais d'infection de Blés cultivés expérimentalement, nous serions amenés à conclure qu'en général l'*Ophiobolus herpotrichus* a une action parasitaire assez faible (dans des conditions de température et d'humidité favorables à son développement, telles qu'elles sont réunies en tubes stériles contenant de la gélose ou du coton humide). Cependant, dans ces conditions particulières et fort artificielles parfois, bien que tardive, cette action s'est montrée assez forte et de l'ordre de celle du champignon *x*, sinon plus grande. Quant aux infections en pots, qui ont été effectuées en juillet, elles ont été rarement positives, ou bien n'ont pas évolué profondément, se limitant à la production de plaques superficielles, souvent pourvues d'appressoria (Pl. XI, fig. 3 et 4) et à la pénétration des cellules épidermiques, qui réagissent violemment, en constituant des protubérances qui se couvrent souvent d'aspérités (Pl. XI, fig. 4, 5, 6).

Leptosphaeria herpotrichoides De Not.

Des périthèces ont été observés en octobre 1928, sur des tiges de Blé recoltées en juillet précédent. D'autre part, l'examen de chaumes recueillis sur les champs attaqués en 1928 par le Piétin verse, chaumes mis dans diverses conditions d'humidité et de température, les uns à l'air libre sur le sol, d'autres enfouis dans la terre, en pots, n'a pas permis de découvrir de périthèces.

Ces conceptacles ont été rencontrés à la fin mars 1929 sur des chaumes ayant hiverné dans un champ situé à Epernon. Au fur et à mesure que la

(1) Cruger (O.). — Fusskrankheiten an Weizen, Roggen und Gerste. (*Angewandte botanik* Bd. 11, Berlin, 1929).

On pourra en outre utilement se reporter aux ouvrages ou mémoires suivants :

Frank. — Die neuen deutschen Getreidpilze (*Berichte der Deutschenbotanischen Gesellschaft* Bd. xiii, p. 63, 1895).

Kruger. — Untersüchungen uber die Fusskrankheit des Getreides (*Arbeiten aus der Kaiserlichen biologischen Anstalt für Land und Forstwirtschaft* BWD vi, pp. 321-351, 1908).

Peglion (V.). — Intorno al mal del piede del frumento (Biblioteca minima Ottavi Casale Monf. 60 p. 1912).

Peyronel (B.). — Il « mal del piede » dei cereali (*Bolletino della R. Stazione di Patologia Vegetale*). Anno vi. Nuova Serie, N° 4, pp. 285-336. October 1926).

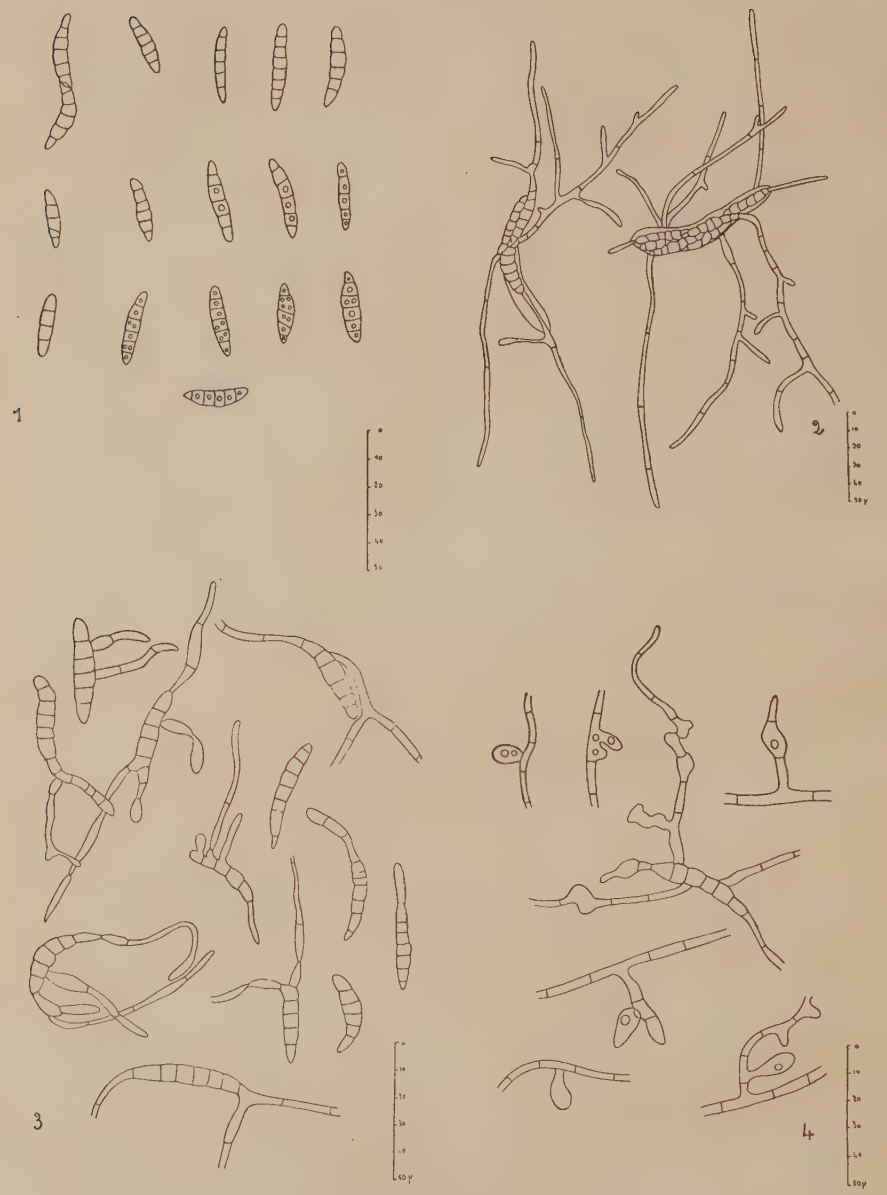


FIG. 7. — *Leptosphaeria herpotrichoides* De Not.

1. Ascospores de *Leptosphaeria herpotrichoides*. — 2. Germination en gouttes pendantes des ascospores de *L. herpotrichoides* au bout de dix-huit heures. — 3. Germination des ascospores de *L. herpotrichoides* sur gélose carotte en boîte de Petri. Spores et filaments germinatifs sont très volumineux. — 4. Germination en goutte pendante (stade plus avancé qu'au 2). Quoique rares, les appressoria se constituent, en particulier dans le cas où la goutte pendante se dessèche.

saison avançait, ces conceptacles se montraient en nombre de plus en plus grand. Il en fut ainsi jusqu'à fin mai, époque où la recherche des périthèces sur les chaumes donna le maximum de résultats.

Enfin, à la fin juin 1929, les conceptacles étaient observés dans des gaînes de Blé affecté de Piétin.

Les périthèces qui sont pourvus encore de poils se constituent surtout au niveau des entrenœuds. La forme de ces conceptacles est celle qui caractérise l'espèce *Leptosphaeria herpotrichoides* et qui a été admirablement décrite par L. Mangin (1). Leurs dimensions sont 230-300 × 120-200.

Accompagnés de paraphyses qui, à maturité, disparaissent souvent, les asques renferment des ascospores (fig. 7 [1]), qui tendent à se cloisonner, et dont la teinte hyaline dans le stade de jeunesse devient jaune ensuite, pour acquérir finalement une couleur plus foncée. Les ascospores ont quatre à sept cloisons, en général six. Assez variable (21-23 × 4-6,5), leur volume augmente beaucoup au moment de la germination.

Les ascospores germent (fig. 7 [2]) en goutte pendante, soit à l'intérieur même des périthèces, soit dans les asques libérés, soit alors qu'elles ont déjà été émises hors de ceux-ci. Au bout de seize heures, à la température de 20°, les filaments ont déjà acquis une longueur trois à dix fois égale à celle de la spore.

Des épaississements, ressemblant aux appressoria, ne se rencontrent que lorsque la goutte, s'étant en grande partie évaporée, les filaments sont entrés en contact avec le verre (fig. 7 [4]). Des ampoules arrondies se forment au point de contact de deux filaments. Cinq à six jours après la mise en germination, le mycélium brunit peu à peu et on peut observer des renflements assimilables à des appressoria, renflements assez peu nombreux, d'ailleurs, dont la fréquence est beaucoup plus faible que celle signalée par les divers auteurs [Mangin (1), Fron (2), l'un de nous (3, 4)], qui se sont occupés du *Leptosphaeria* et qui devaient opérer dans d'autres conditions.

Sur gélose en boîte de Pétri, la germination est très rapide (fig. 7 [3]), et a lieu de la même façon qu'en goutte pendante. Les filaments mycéliens émis par les spores se ramifient plus facilement que dans le cas de germinations en goutte pendante.

(1) Mangin (L.). — Sur la maladie du Pied du Blé (*Bulletin Société Mycologique*, T. xv, pp. 210-239, Pl. xi-xiii, 1899).

(2) Fron (G.). — Contribution à l'étude de la maladie du pied noir des Céréales ou maladie du Piétin (*Annales de la Science Agronomique*, Nouvelle série, première année, T. i, pp. 3-29).

(3) Foex (Et.). — Observations sur le Piétin du Blé (*Annales du Service des Epiphyties*, T. vi, pp. 200-213, Pl. i-iii, Paris, 1919).

(4) Foex (Et.). — Emission et germination des ascospores de *Leptosphaeria herpotrichoides* (*Bulletin de la Société de Pathologie Végétale*, T. vi, n° 3, pp. 57-61, mai-juin 1919).

Le diamètre de ces filaments est plus grand ; enfin, le brunissement assez rapide, qu'on constate en goutte pendante, ne se produit pas ici.

Sur la plupart des milieux sur lesquels nous avons conduit ce champignon, nous avons obtenu des cultures d'une teinte d'abord blanc pur qui, lentement, passa ensuite au blanc sale et au verdâtre foncé.

Examiné au microscope, le mycélium, prélevé dans les cultures âgées, présenta toujours un aspect verdâtre. Nos essais, qui ont été répétés un grand nombre de fois, nous ont permis de constater que les caractères culturaux se maintiennent constants.

Sur carotte gélosée : culture blanc sale cotonneux, avec centre farineux verdâtre.

Sur carotte : mycélium blanc pur, devenant blanc sale et passant lentement au verdâtre.

Sur chaume plongeant dans le liquide de Pétri, au bout de huit jours, très beau développement, aspect gris sale.

Sur bouillon de chaume : couleur gris foncé, à bord plus coloré contre le verre, qui, aux points de contact contre la paroi, sont piquetés de noir.

A la fin du mois d'avril, nous avons, à partir de cultures, réalisé des infections de plantules de Blé en tubes ; six jours après, s'observaient des brunissements sur les racines et les gaînes.

Dans l'un et l'autre de ces organes, des réactions violentes accompagnaient la pénétration du champignon (Pl. XIII, fig. 3, fig. 4).

Au début de mai, des ascospores, qui avaient été mis à germer, en boîte de Pétri, ont servi à infecter des plantules de Blé âgées de huit jours, cultivées en tubes stériles. Quatre jours après, les racines étaient légèrement jaunies. Un mycélium hyalin, en tous points comparable à celui issu de la germination du *Leptospaeria herpotrichoides*, se développa à la surface des racines. De nombreuses réactions indiquaient qu'il y avait eu pénétration.

Enfin, en octobre, des essais répétés d'infection en tube ont été positifs.

Nous devons ajouter que, dans tous ces cas, les infections ont été très lentes à se manifester, et que leur apparition semblait liée à un état physiologique défectueux des plantes.

Wojnowicia graminis (Mac Alpine) Sacc.

A partir de la fin de l'année 1928, nous avons rencontré, de plus en plus fréquemment, les pycnides de ce champignon, sur des chaumes ayant hiverné sur le sol à Epernon.

En règle générale, les pycnides de *Wojnowicia graminis* se trouvent sur les nœuds, et le plus souvent sur le second.

Cela paraît tenir à la présence, en cette région, de fragments de gaînes, sur lesquels ces pycnides se constituent facilement.

FIG. 8. — *Wojnowicia graminis* (Mc Alpine) Sacc.

1. Pycnidospores provenant de pycnides développées dans la nature. — 1 *bis*. Pycnidospores provenant de pycnides obtenues en culture pure en partant du mycélium à gros appressoria trouvé sur des Blés malades. — 2. Germination en goutte pendante des pycnospores. Les anastomoses entre filaments mycéliens sont fréquentes. — 3. Germination en goutte pendante des pycnidospores; les filaments mycéliens présentent quelques appressoria. — 4. Appressoria caractéristiques observés sur des lésions ayant par la suite donné des fructifications de *Wojnowicia*. — 5. Infection d'un jeune Blé en tube par des cultures pures de *Wojnowicia graminis*. Ces appressoria, qui accompagnent les filaments mycéliens, présentent des analogies avec ceux représentés dans la figure 4.

Les pycnides de *Wojnowicia graminis*, dont nous sommes partis, présentent les caractères suivants :

Ces conceptacles, qui sont garnis de grands poils bruns cloisonnés, ont les dimensions suivantes : 21-35 × 3,5-5,5 ; en moyenne, 30-32 × 5,5.

Les pycnidospores ont 30-36 × 3,5-5 μ.

La germination s'effectue très rapidement par des filaments terminaux ou latéraux (fig. 8 [2, 3]).

En goutte pendante, se constituent de place en place des appressoria (fig. 8 [2, 3]).

La vitesse de développement, en goutte pendante, à la température du laboratoire a été la suivante :

10 h. 30, les pycnides sont déposées sur lamelles et mises en chambre humide.

14 heures : tubes courts aux extrémités des spores et dont la longueur est égale au quart de celle de ces dernières.

18 heures : tube ayant atteint une fois et demie la longueur des ascospores.

24 heures après : lacis de filaments.

Des anastomoses s'observent, mais ne sont pas fréquentes. Les appressoria sont localisés vers les extrémités et leur présence peut être considérée comme le début de l'apparition de rameaux mycéliens.

48 heures après : de nombreuses spores en germination se réunissent par anastomoses. Mais l'ampleur des lacis formés est moindre que celle figurée par L. Guyot (1).

Le champignon se développe très rapidement sur carotte gélosée et quaker-oat gélosé. Les cultures, d'aspect verdâtre, cotonneux, sur quaker-oat gélosé, sont plus foncées sur carotte gélosée.

Enfin, en milieu liquide de Pétri, additionné de chaume, le *Wojnowicia graminis*, qui est gris-bleuté, à la surface du liquide, constitue contre les parois du verre des filaments bruns, qui donnent à la culture un aspect fimbrié, analogue à celui qu'affecte l'*Ophiobolus graminis* dans ces conditions. En culture sur gélose, le mycélium constitue des appressoria, du reste assez rares et peu développés.

En résumé, il y a une grande analogie entre le *W. graminis*, d'une part, *Ophiobolus graminis* et *O. herpotrichus* d'autre part. Le *Wojnowicia graminis* emprunte certains caractères culturaux à l'un et à l'autre de ces deux derniers champignons, mais on ne peut le rattacher à aucun d'entre eux

(1) Guyot (A. L.). — De l'existence de formes pycnidiennes de l'*Ophiobolus graminis* et l'*Ophiobolus herpotrichus* (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, T. XII, n° 1, pp. 74-81, fig. 3-6, Janvier-Mars 1925).

Des pycnides de *Wojnowicia graminis* se sont constituées sur les deux milieux suivants : quaker-oat gélosé et carotte gélosée. Sur le premier milieu plus abondamment que sur le second.

Sur des grains de Blé qui, après avoir été préalablement stérilisés et avoir été placés en tube, sur gélose ou sur du coton humide et étaient entrés en germination, ont été déposés des fragments de culture de *Wojnowicia graminis*. on constata qu'au bout de quatre ou cinq jours, les gaînes brunirent et furent envahies par un mycélium foncé peu ramifié. Des ébauches de plaques se constituèrent, mais, le plus souvent, apparut un réseau mycélien assez lâche. Ce mycélium porta fréquemment des appressoria qui, un peu plus foncés que le reste du mycélium, étaient très développés fig. 8 [5]). Il n'est pas rare de voir un appressorium se prolonger en un filament mycélien.

Les racines brunies, ainsi que les gaînes envahies par le mycélium, réagissent violemment.

Les bourrelets réactionnels émis par les membranes de l'hôte sont particulièrement développés et engaînent les filaments mycéliens qui, sauf dans les racines, ne paraissent pas pouvoir franchir la barrière formée par ces éléments (Pl. X, fig. 4, 5, 6).

Dans les conditions de l'expérience, aussi bien que dans les cas que nous allons relater, où nous avons pu faire des observations dans la nature, le *Wojnowicia graminis* nous a paru être un parasite peu puissant.

En 1929, à deux reprises différentes, à Versailles, dans un champ d'expériences, dit la « Pièce des Ponts », ont été récoltés des Blés présentant des altérations particulières, taches circulaires brunes au niveau du second nœud, et s'atténuant vers l'entrenœud. L'aspect n'était pas celui de formes ordinaires du Piétin. Très localisées, les lésions étaient peu profondes.

A la surface des tissus brunis, un mycélium d'assez grandes dimensions provoque des réactions violentes, jaune foncé, de la part des membranes épidermiques. De nombreux appressoria, très développés, attirèrent notre attention. Ces éléments, souvent fort volumineux, sont généralement renflés à la base, qui porte une terminaison conique. Ces appressoria sont uni ou pluricellulaires (Pl. X, fig. 1, 2, 3 *bis*). Des isolements effectués à partir de ces lésions ont permis d'obtenir un champignon ayant des caractères culturaux identiques à ceux observés dans les cultures de *W. graminis*, à partir des pycnides récoltées dans les champs au printemps 1929 sur de vieux chaumes. D'autre part, de nombreuses pycnides, qui se sont constituées en culture, permettent d'affirmer que nous avons bien affaire au *W. graminis* (Pl. XV).

Etant donné que des plantules de Blé en tube stérile, qui avaient été infectées par ce champignon, ont porté les trames mycéliennes avec appres-

soria caractéristiques, les relations entre le *Wojnowicia graminis* et les lésions décrites plus haut paraissent bien avoir été établies.

Enfin, l'identité entre la localisation des altérations observées sur les Blés atteints par le *Wojnowicia graminis* et celle des pycnides sur les chaumes desséchés est assez en faveur de notre thèse.

Conclusions.

Dans ce qui précède, nous faisons connaître les résultats d'études que nous ne considérons ni comme définitives, ni comme achevées, et que nous entendons poursuivre.

Nos observations qui n'ont eu, il est vrai, qu'une durée assez limitée (deux ans) et qui n'ont porté que sur la région parisienne, mais qui se relient à celles que l'un de nous a effectuées pendant une vingtaine d'années dans diverses parties de la France, ont été accompagnées d'un travail expérimental indispensable en pareille matière.

Nous sommes finalement parvenus à dégager un certain nombre de faits que nous avons exposés et dont nous croyons devoir mettre ici en évidence les principaux.

Les taches en médaillon, qui précèdent ou accompagnent le Piétin verse, mais qui s'observent aussi parfois dans le cas du Piétin échaudage, sont déterminées par un champignon qui diffère du *Leptosphaeria herpotrichoides* et que nous n'avons pu encore nommer, faute de lui connaître avec certitude une fructification.

Grâce aux cultures du champignon *x*, qui présente des particularités assez remarquables, ont pu être réalisées en pleine terre et en tubes aseptiques, des infections de Blés, avec réapparition sur la céréale des lésions caractéristiques.

Le *Cercosporella herpotrichoides* est souvent associé aux plaques mycéliennes, d'ailleurs fort caractéristiques, du champignon *x*. D'autre part, en goutte pendante, les conidies du *C. herpotrichoides*, après avoir germé, soit par émission de conidies secondaires, soit par formation de tubes mycéliens, constituent des sortes de plaques qui rappellent singulièrement celles du champignon *x*. Nous avons vu se développer le *C. herpotrichoides* tant sur l'inoculum que sur un Blé infecté en terrine par une culture pure de champignon *x*. Toutefois, jamais le *Cercosporella herpotrichoides* n'est apparu dans les cultures pures du champignon *x*. Aussi, n'avons-nous pas le droit d'affirmer que cet hyphomycète est une forme conidienne du champignon non encore nommé.

L'*Ophiobolus graminis*, qui est une cause fréquente du Piétin épi blanc à échaudage répond bien à l'excellente description qu'en a donnée le Pro-

fesseur L. Mangin. Grâce aux cultures, dont les caractères ont été mis en évidence, ont été obtenues des infections de Blé, soit en tube aseptique, soit en terrine. Dans ces conditions, l'*Ophiobolus graminis* s'est montré très actif, arrêtant la plante dans son développement et la tuant souvent.

L'*Ophiobolus herpotrichus*, dont les périthèces sont fréquents sur les chaumes qui hivernent en plein air, a été isolé à partir des ascospores. Les cultures ainsi obtenues ont permis de réaliser des infections en tube aseptique et en terrine. Les caractères des plaques mycéliennes constituées et les particularités de la pénétration ont été décrits. L'activité parasitaire de l'*Ophiobolus herpotrichus* s'est révélé moindre que celle du champignon *x* et de l'*Ophiobolus graminis*.

Les périthèces de *Leptosphaeria herpotrichoides*, qui ont été trouvés à plusieurs reprises, ont fourni des ascospores à partir desquelles ont été effectuées des cultures pures. Les caractères de celles-ci ont été précisées. Des Blés conduits aseptiquement en tube ou cultivés en terrine ont pu être infectés par ce champignon, dont les plaques mycéliennes et le mode de pénétration ont été étudiés. Le *Leptosphaeria herpotrichoides* n'a jamais fait preuve, dans nos essais, d'une grande activité parasitaire.

Le *Wojnowicia graminis* a été trouvé dans la nature à l'état pycnidien et sous sa forme végétative. Des cultures qui ont été effectuées à partir des pycnidospores aussi bien que du mycélium se sont montrées identiques, quelle que fût leur origine et ont dans les deux cas constitué des pycnides. Les particularités des plaques mycéliennes, qui sont accompagnées d'appressoria très volumineux, leur mode de pénétration, ont été étudiés aussi bien dans la nature que sur des Blés artificiellement infectés. Dans aucun cas, le champignon n'a fait preuve d'une grande activité parasitaire.

Somme toute, seuls, le champignon *x* et l'*Ophiobolus graminis* se sont montrés actifs aussi bien dans la nature que dans les conditions expérimentales. C'est à eux que sont dus les aspects sous lesquels nous avons généralement vu le Piétin dans les champs.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Champignon des taches ocellées.

Fig. 1. — Tache ocellée sur gaine de Blé attaqué par le champignon *x*. On distingue sur le centre plus clair les plaques mycéliennes noires.

Fig. 2. — Tache ocellée sur tige de Blé. On distingue sur le centre plus clair les plaques mycéliennes noires.

Fig. 3. — Longue tache ocellée s'étendant au-dessus et au-dessous d'un étage de racines adventives.

Fig. 4. — Taches situées sur l'entre-nœud compris entre deux étages de racines.

La macule, très étendue, tend à encercler la tige et, par conséquent, à prendre l'allure de la lésion de l'*Ophiobolus graminis*, mais, contrairement à ce qui se passa dans le cas d'attaque par ce champignon, ici, les racines ne sont pas envahies.

Fig. 5. — Tache ocellée située au-dessus du second étage de racines adventives.

Fig. 6. — Tache ocellée située au niveau de l'insertion de l'étage inférieur de racines adventives.

PLANCHE II

Champignon des taches ocellées.

Fig. 1. — Réseau mycélien encore lâche du champignon *x* à la surface d'une gaine de lBé.

Fig. 2-4. — Plaques mycéliennes denses, dans lesquelles se différencient des cellules à parois relativement épaisses. (Blés portant des taches ocellées, récoltés à Epernon, le 16 juin 1929.)

PLANCHE III

Champignon des taches ocellées.

Fig. 1. — Coupe tangentielle de l'épiderme d'une gaine de Blé semé en parcelle infectée le 15 septembre 1929 et récoltée le 15 décembre 1929.

Fig. 2. — Coupe tangentielle de tige de Blé naturellement infectée, Orgerus (3 juin 1930).

Fig. 3. — Coupe tangentielle de l'épiderme d'une gaîne de Blé semé en parcelle infectée le 15 septembre 1929 et récoltée le 15 décembre 1929.

PLANCHE IV

Champignon des taches ocellées.

Fig. 1. — Culture sur gélose en tube. Dessin dû à l'obligeance de M. Kerleroux, montrant la disposition en mamelon de la culture qui s'élève au-dessus du milieu de culture.

Fig. 2-4. — Photographies, dues à l'obligeance de M. Labrousse, montrant la disposition en mamelon de culture en boîte de Petri s'élevant au-dessus du milieu de culture.

PLANCHE V

Ophiobolus graminis Sacc.

Fig. 1. — Plaque mycélienne assez lâche, comprenant un certain nombre de filaments groupés parallèlement les uns aux autres (Blé à épi blanc récolté à l'Etoile de Choisy en juin 1929).

Fig. 2. — Elément mycélien prélevé sur une plaque sise sur une partie souterraine de tige de Blé à épi blanc récolté à Noisy-le-Roi le 29 juin 1929.

Fig. 3. — Plaque mycélienne dense dans laquelle on distingue trois principaux filaments entre lesquels sont venus se loger des éléments de remplissage (Blé à épi blanc, récolté à l'Etoile de Choisy (Versailles), le 26 juin 1929).

Fig. 4. — Plaque mycélienne assez dense qui s'est organisée à l'intérieur des mailles d'un réseau de filaments qui ont poussé des ramifications souvent incurvées suivant un mode spiralé. Observer les différences de teinte très notables entre les divers éléments cellulaires constituant la plaque.

PLANCHE VI

Ophiobolus graminis Sacc.

Fig. 1. — Plaque mycélienne qui s'est organisée dans une maille de réseau constituée par quatre principaux filaments. Blé à épi blanc, Etoile de Choisy, 26 juin 1929.

Fig. 2. — Coupe tangentielle dans un épiderme de gaine foliaire montrant des bourrelets réactionnels et le mycélium très foncé du champignon situé à l'intérieur des cellules. Blé à épi blanc : Etoile de Choisy, 26 juin 1929.

Fig. 3. — Cellules épidermiques de la partie souterraine d'une tige envahie par le mycélium d'*Ophiobolus graminis*. Blé récolté à l'Etoile de Choisy, 26 juin 1929.

Fig. 4. — Coupe dans une tige de Blé attaquée par *Ophiobolus graminis*. On distingue par place les calottes réactionnelles.

Fig. 5. — Epiderme de tige de Blé au début de l'attaque par *Ophiobolus graminis*. Des calottes réactionnelles sont visibles.

Fig. 6. — Mycélium d'*Ophiobolus graminis* à la surface de l'épiderme d'une jeune pousse de tallage.

Fig. 7. — Réactions accompagnant la pénétration du mycélium d'*Ophiobolus graminis* dans l'épiderme d'une jeune pousse de tallage.

Fig. 8. — Coupe longitudinale d'un bourrelet réactionnel.

PLANCHE VII

Ophiobolus graminis Sacc.

Fig. 1. — Coupe transversale effectuée le 9 mai 1930 d'une tige d'un Blé semé en terrine le 30 décembre 1929 et infecté le 8 janvier 1930. Le Blé porte des périthèces. On distingue dans l'épiderme et l'assise sous-épidermique des bourrelets réactionnels dont certains, qui sont vus en coupe longitudinale, apparaissent allongés en doigt de gant et dont d'autres sont vus en coupe transversale.

Fig. 2. — Région vasculaire d'une coupe transversale de tige à épi blanc récoltée à Noisy-le-Roi, le 1er juillet 1929.

Fig. 3. — Région épidermique et sous-épidermique d'une tige de Blé à épi blanc récoltée le 25 juin 1929 à l'Etoile de Choisy.

Fig. 4. — Coupe transversale passant par une racine de Blé à épi blanc récolté le 25 juin 1929 à l'Etoile de Choisy.

PLANCHE VIII

Ophiobolus graminis Sacc.

Périthèces développés sur des tiges de Blé infectées en terrines par des cultures pures.

PLANCHE IX

Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.

Fig. 3. — Plaque mycélienne lâche, porteuse d'appressoria, développée à la surface de jeunes semis de Blé en terrine huit jours après l'infection par les cultures pures.

Fig. 4. — Coupe tangentielle de cellules épidermiques au-dessous d'une plaque mycélienne. Dans le dessin, l'épiderme est superposé à la plaque mycélienne de façon à mettre en évidence les bourrelets réactionnels couverts d'aspérités.

Fig. 5. — Un système de bourrelets réactionnels couverts d'aspérités.

Fig. 6. — Bourrelets réactionnels répondant de la pénétration du mycélium d'*Ophiobolus herpotrichus* six jours après l'infection sur Blé en tube.

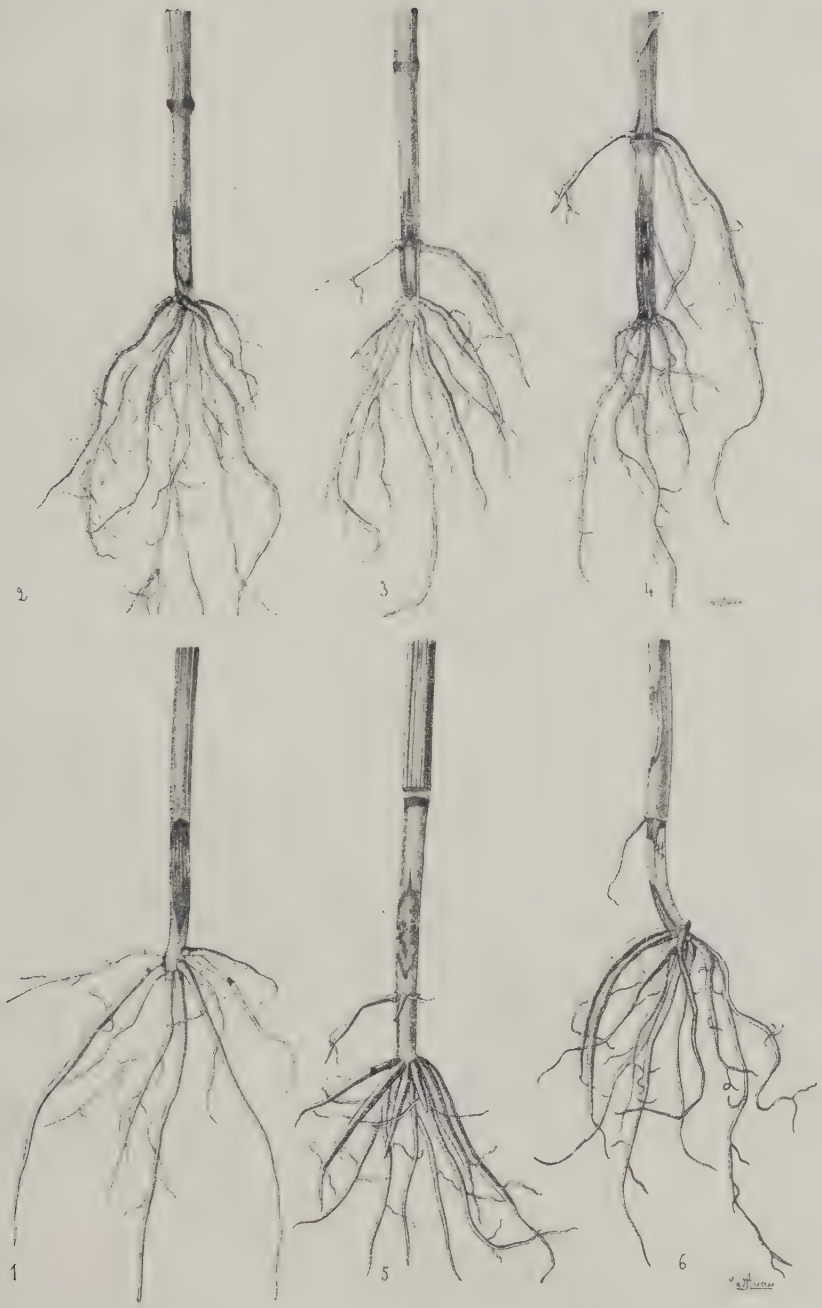
PLANCHE X

Wojnowicia graminis (Mc Alpine) Sacc.

Fig. 1. — Réseau mycélien situé sur une tige de Blé récolté à Versailles le 12 juin 1929. On constate de volumineux appressoria.

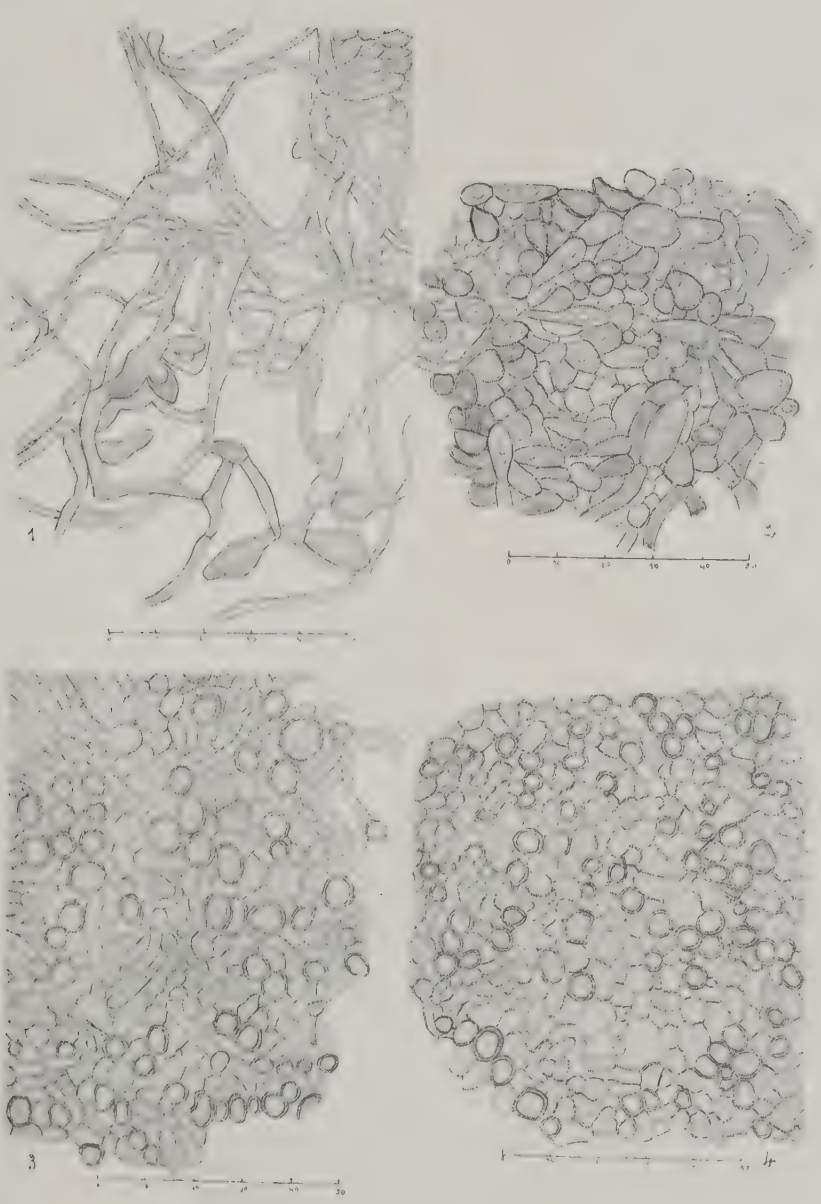
Fig. 2, 3, 3 *bis*. — Quelques détails et notamment appressoria du réseau mycélien figuré en 1.

Fig. 4, 5, 6. — Infection de jeunes blés en tube par des cultures pures de *Wojnowicia graminis*. Le passage des filaments mycéliens a provoqué la formation de gaines réactionnelles, dont certaines ont des parois assez épaisses.



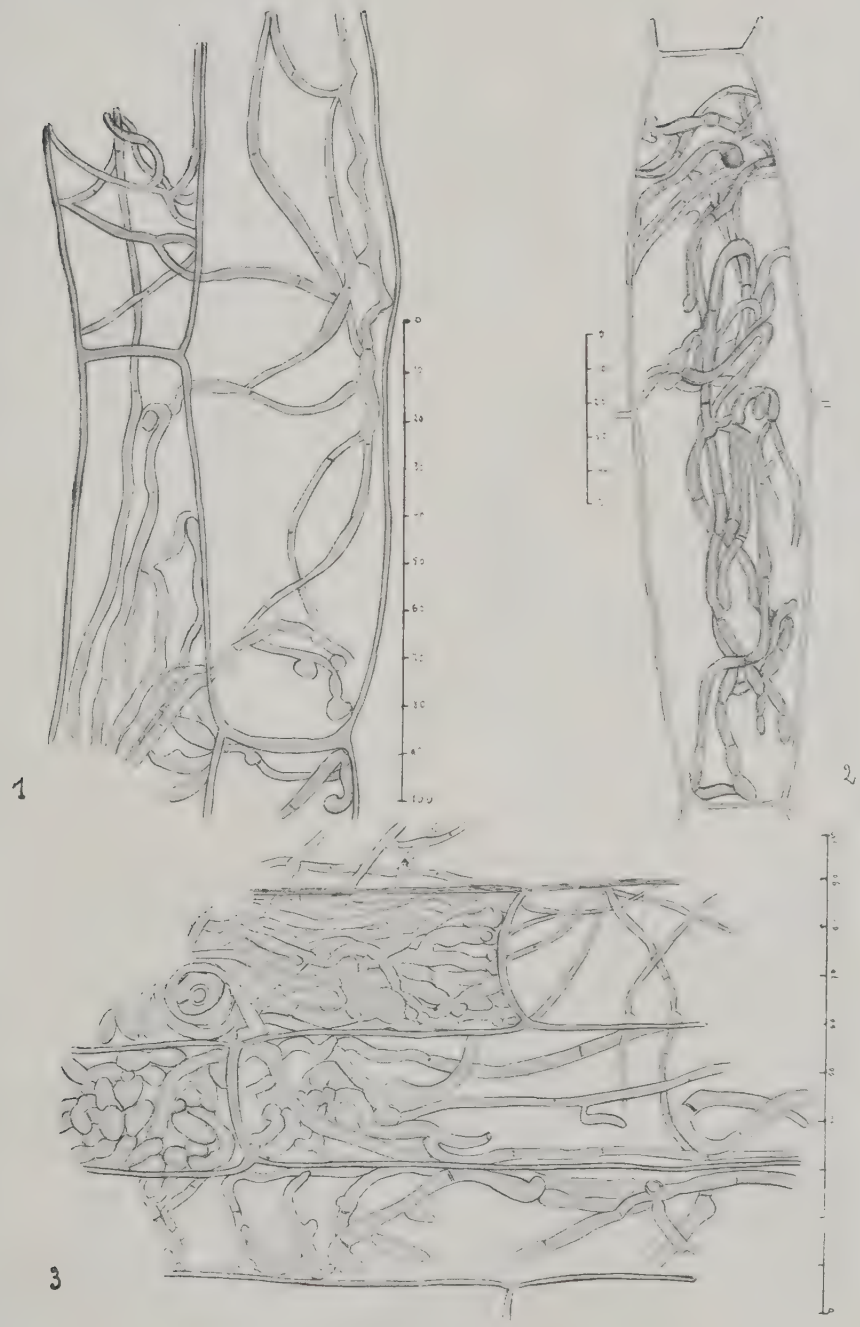
Maladie des taches ocellées.

Er. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*



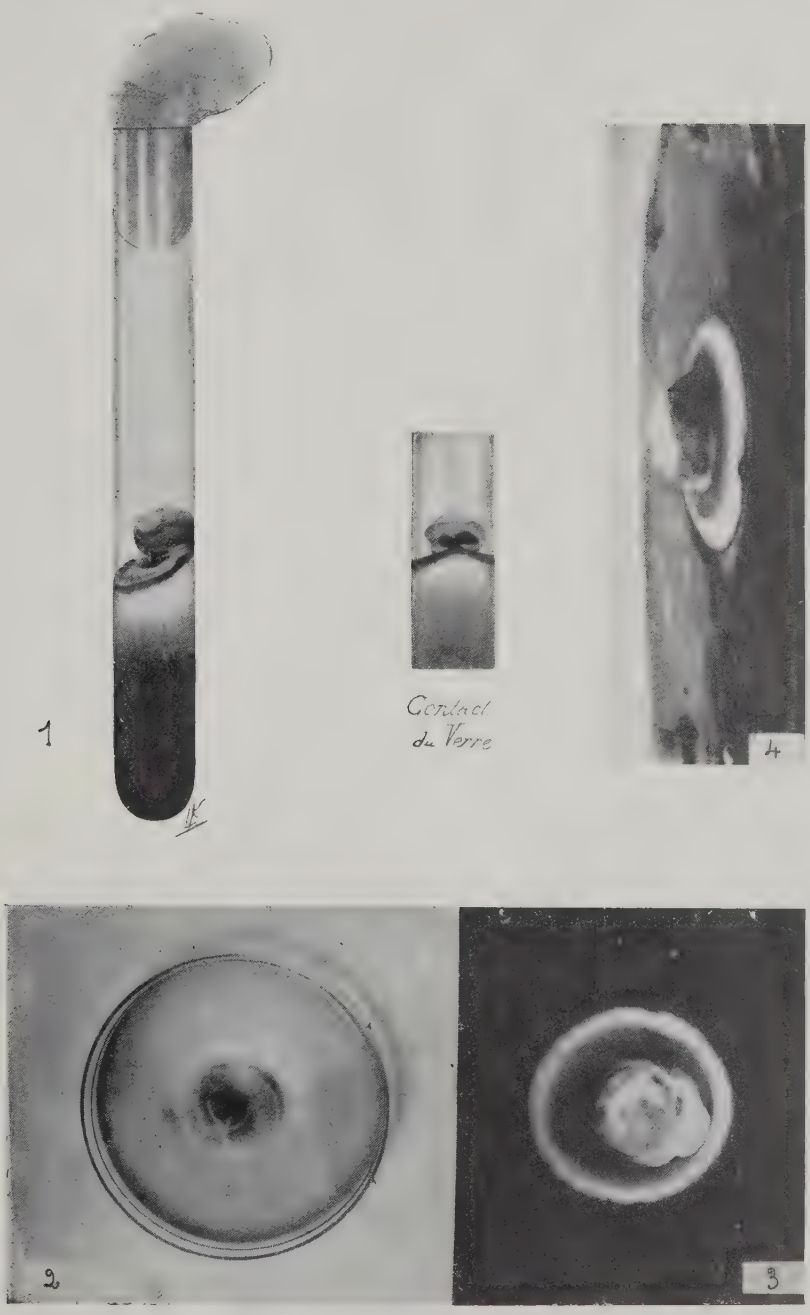
Champignon des taches ocellées.

Et. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*



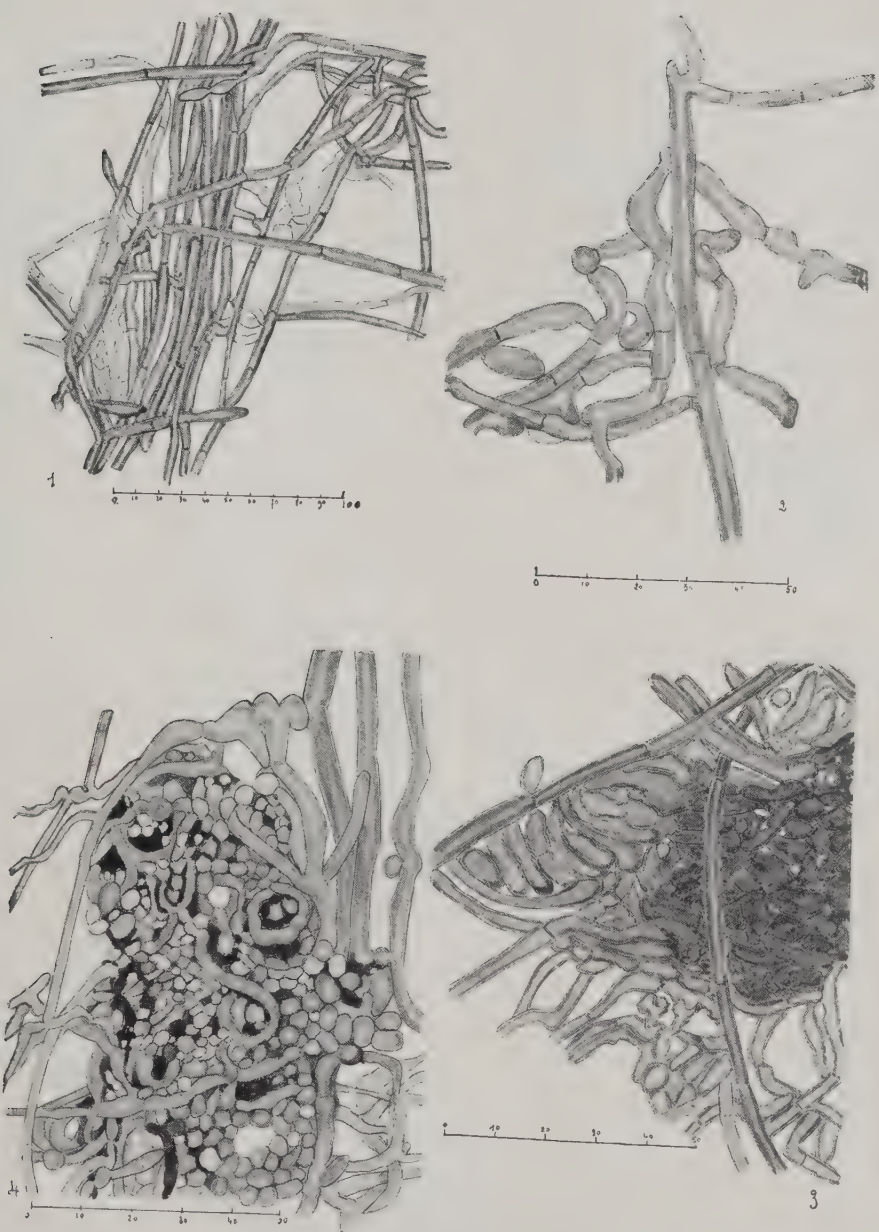
Champignon des taches ocellées.

Et. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*



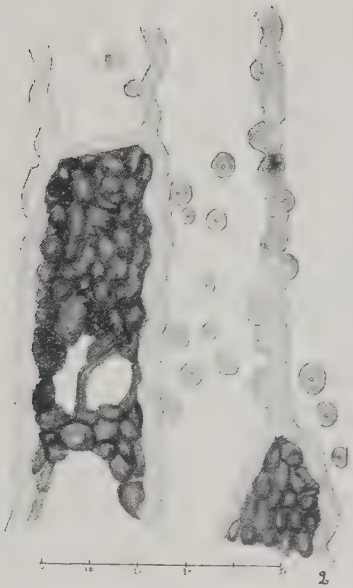
Culture du champignon des taches ocellées.

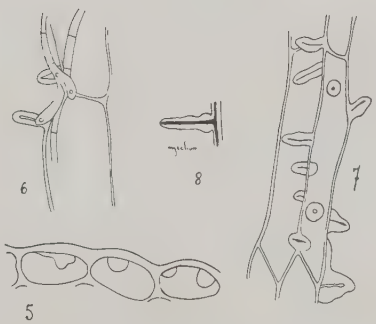
Et. Foex et Et Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*

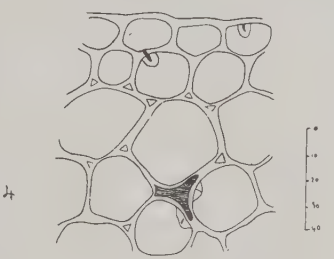


Ophiobolus graminis Sacc.

Et. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*

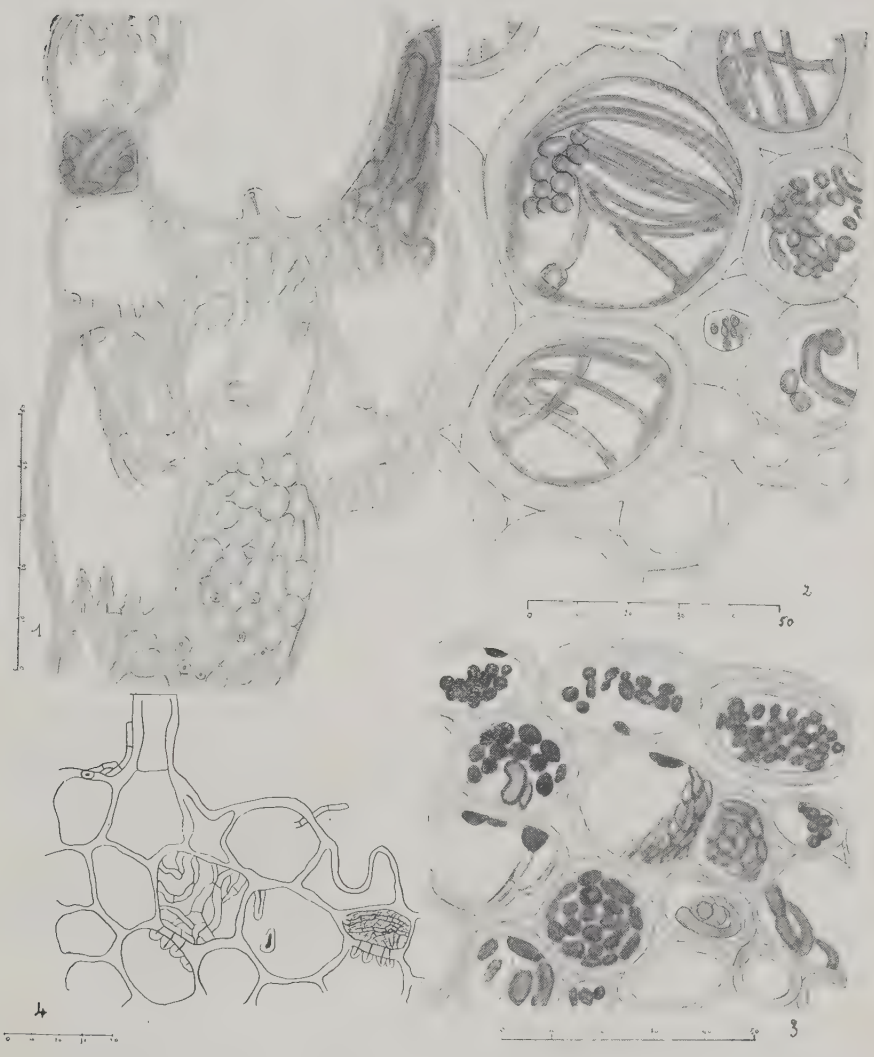






Ophiobolus graminis Sacc.

Et. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*



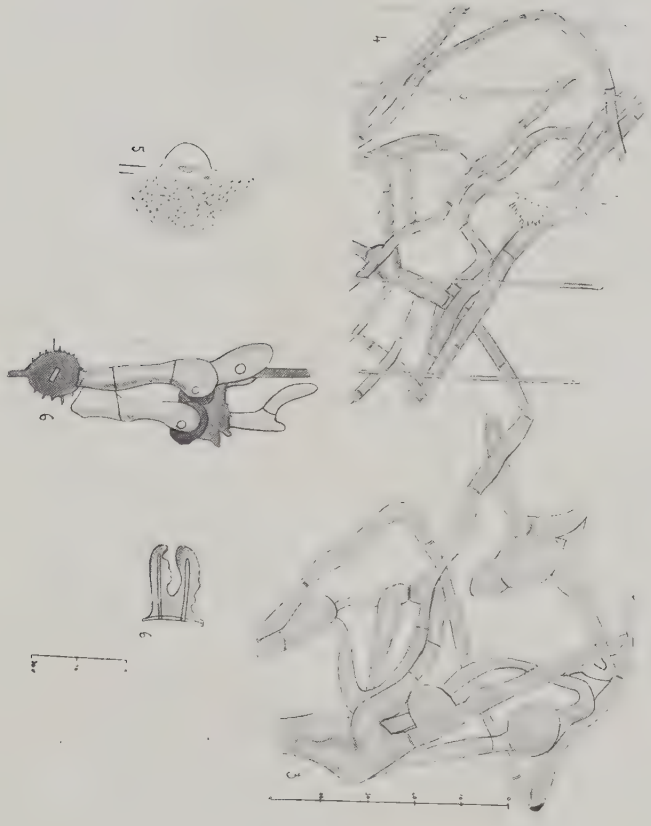
Ophiobolus graminis Sacc.

Et. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*

100

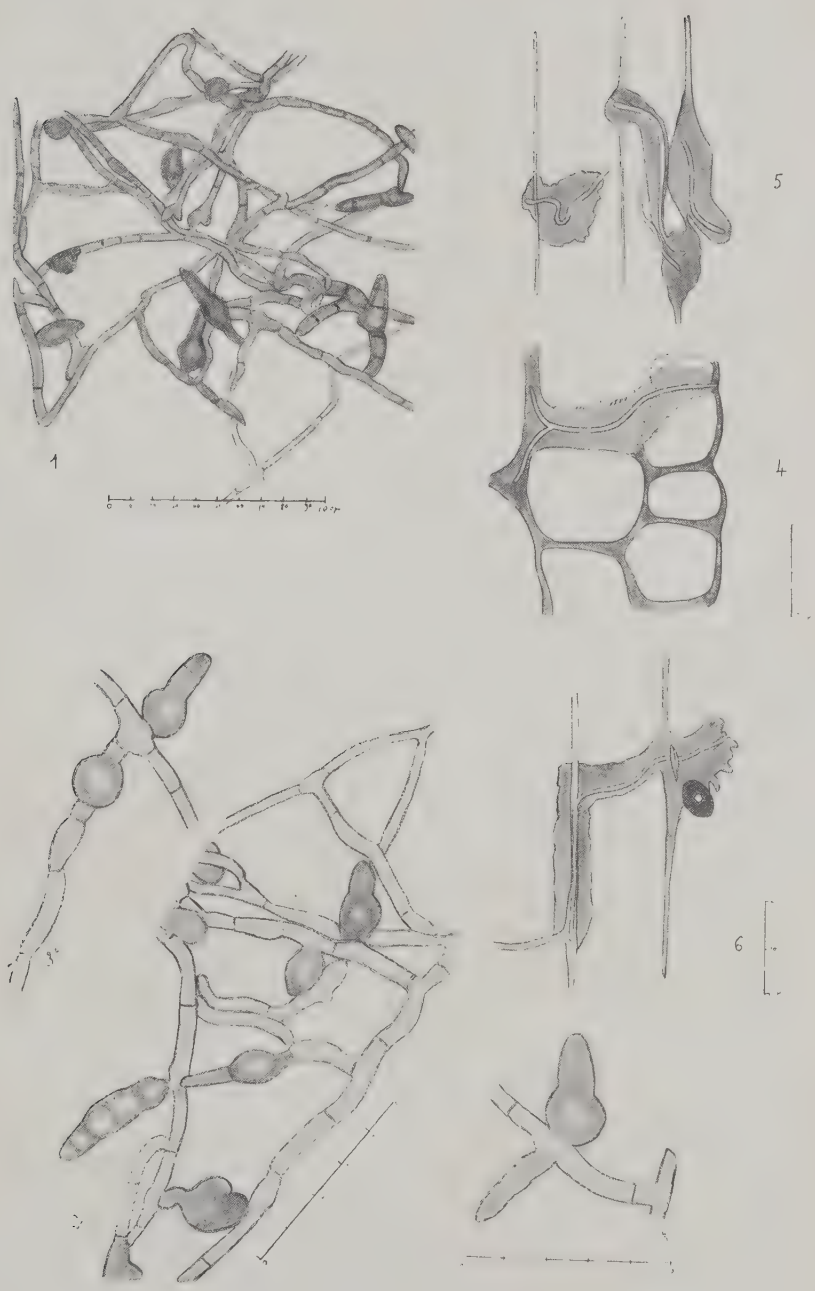
Ophiobolus graminis Sacc.

ET. FOEX ET ET. ROSELLA. — *Recherches sur le Piétin.*



Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc.

Ét. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*



Wojnowicia graminis (Mc Alpine) Sacc.

Et. Foex et Et. Rosella. — *Recherches sur le Piétin.*

ETAT ACTUEL DE LA QUESTION DU CHANCRE DU PEUPLIER

Par Robert REGNIER
Docteur ès sciences,
Directeur de la Station de Zoologie agricole et du Muséum de Rouen.

Dans une note publiée au lendemain de la guerre (1), j'attirais l'attention des planteurs de Peupliers sur les dégâts considérables causés à cette essence par un chancre du tronc et des rameaux ; son origine, assez mal définie d'ailleurs, avait été attribuée en 1906 par Delacroix à une Bactérie de forme ronde, à laquelle il avait donné le nom de *Micrococcus populi* (2). J'eus l'occasion à plusieurs reprises (3) et notamment en étudiant le rôle des insectes dans la transmission de cette maladie (4) de revenir sur la question et, dans mon travail d'ensemble sur la faune entomologique des Peupliers, je ne manquais pas de lui consacrer un chapitre (5). Originaire des régions mêmes où elle exerçait ses ravages, je ne pouvais rester indifférent à un problème dont je sentais d'autant plus la gravité que je voyais s'intensifier la replantation des régions dévastées par la guerre.

Au moment où s'engagent en France des recherches générales sur le chancre du Peuplier, auxquels concourent la Commission d'Etudes des maladies des arbres, présidée par M. le Professeur Mangin, le groupement général du Commerce et de l'Industrie du Bois, la Station centrale de Pathologie végétale et notre laboratoire, nous avons pensé qu'il était intéressant de préciser nos connaissances sur la maladie, son développement et sa propagation et d'indiquer le sens dans lequel les recherches sont poursuivies pour aboutir à des résultats pratiques.

(1) R. Regnier : Note sur le chancre bactérien du Peuplier. (*C. R. Acad. Sc.*, 15 juillet 1919.)

(2) G. Delacroix : Le chancre du Peuplier. (*Bull. Off. Rens. Agric.* n° 11, p. 1.349, 1906.)

(3) R. Regnier : Note sur la présence du chancre du Peuplier dans le département de la Seine-Inférieure. (*Bull. Amis Sc. Nat. Rouen*, 1921, p. 77.)

(4) R. Regnier : Du rôle des insectes dans la transmission du chancre bactérien du Peuplier. (*C. R. Ass. Fr. Avanc. Sc.*, Rouen 1921, p. 1.365.)

(5) R. Regnier : La faune entomologique des Peupliers. (*Actes du Muséum de Rouen*, T. II, série 2, pp. 10, 51 et 119. — 1925.)

Caractéristiques et évolution du Chancre. — En plein développement, le chancre se présente sous la forme de bourrelets longitudinaux, déprimés au centre et couverts de gerçures noirâtres, pénétrant jusqu'au cœur de l'arbre, ou pouvant envelopper complètement le rameau attaqué.

Le chancre donne au Peuplier un aspect tout à fait caractéristique, qui ne permet pas de le confondre avec une autre maladie ; il attaque indifféremment les rameaux, les tiges des jeunes sujets et les troncs ds arbres âgés ; il affaiblit progressivement l'arbre en gagnant de proche en proche, mais le tue rarement ; il rend les parties de bois atteintes inutilisables, même comme bois de chauffage ; si le chancre parvient à entourer la branche, l'extrémité meurt ; il en est de même pour la flèche, si celle-ci est attaquée, ce qui est assez fréquent chez les jeunes sujets, qui ont subi une attaque de *Compsidia* (*Saperda*) *populnea*.

Il n'est pas rare de trouver des arbres qui ne sont plus qu'une suite de chancres, laissant voir des plages de bois mort ou des trous béants, emplis de sciure humide noirâtre, où grouillent les Lombrics, les Cloportes et les larves saprophytes ; ces arbres ne portent plus que quelques rameaux noueux et souffreteux, et leur écorce est décolorée par les écoulements des chancres. A ce stade de maladie, l'arbre cesse de s'accroître, il végète pendant des années et perd toute valeur marchande.

Les attaques des rameaux et du tronc peuvent être corrélatives, simultanées ou indépendantes ; on trouve des sujets qui présentent les deux formes, dont il existe d'ailleurs tous les états de passage de l'une à l'autre, et des sujets qui, au contraire, n'ont que des chancres de tronc ou des chancres de rameaux. Ces derniers sont en général les moins graves.

On voit souvent la maladie commencer à la naissance d'une branche ; dans ce cas, rameau et tronc se trouvent intéressés, la branche meurt, et la maladie descend le long du tronc, sur lequel apparaissent des chancres secondaires.

L'évolution de la maladie est d'autant plus rapide que la partie intéressée de l'arbre est plus jeune et que son attaque a été directe ou favorisée par une lésion plus ou moins profonde de l'écorce. Le chancre est en effet, avant tout, un parasite de blessure ; *toutes les plaies, de quelque origine qu'elles soient*, favorisent son développement. Mais s'il est très fréquent de voir le chancre s'épanouir à la faveur d'une lésion de l'écorce, il faut avouer que, dans beaucoup de cas, on ne trouve pas de lésion apparente : la maladie est-elle inoculée par un Hémiptère quelconque, est-elle introduite dans les lenticelles par un saprophyte des chancres, c'est ce que les recherches ultérieures permettront peut-être de préciser. Nous y reviendrons d'ailleurs en étudiant la propagation de la maladie. Ce que nous savons, c'est que le chancre passe par une série de phases, que nous avons ramenées dans les

notes précédentes arbitrairement à cinq, et dont nous rappellerons ici les caractéristiques :

1° La maladie paraît débuter par une affection profonde de l'écorce, qui se manifeste extérieurement par un léger renflement et souvent par des taches superficielles jaunâtres et oblongues. En coupe, le parenchyme cortical présente au voisinage même du péricycle un point rouge, qui ne tarde pas à s'étendre et semble dû au tanin. Sur les jeunes tiges et les rameaux, il n'est pas rare de voir la tache gagner la moelle et intéresser celle-ci sur une grande longueur (30 à 40 centimètres et même davantage), sans qu'il y ait d'autre manifestation externe que le renflement indiqué.

2° A la seconde phase, on voit le renflement se couvrir de gerçures ; cet éclatement de l'écorce semble déterminé par le développement du renflement, sous la pression du parasite ; en coupe, nous constatons l'extension de la tache rouge interne, qui a atteint les éléments du liber d'abord, ceux du bois ensuite. La plante réagit à l'attaque par un commencement de subérisation des parties mises à nu par l'éclatement de l'écorce.

3° La troisième phase est marquée par l'arrêt de croissance du renflement, qui éclate dans la partie médiane et laisse écouler dans les périodes de poussée de sève (mai et août) un liquide aqueux, chargé de sels minéraux, qui viennent se déposer sur l'écorce sous-jacente.

4° La quatrième phase, la plus dangereuse à notre avis, et la plus longue, est celle pendant laquelle la plante cherche à cicatriser sa blessure, en émettant des bourrelets successifs à surface subérisée : ces bourrelets s'infectent à leur tour et le chancre gagne en largeur, en même temps qu'en profondeur. A cette période, les écoulements sont d'autant plus intenses que la plante est plus vigoureuse; ils durent autant d'années que cette vigueur se maintient.

5° La cinquième phase est celle d'épuisement ou de dessication : elle arrive très vite pour les rameaux et les flèches des jeunes sujets, dont elle entraîne la mort ; mais chez les vieux sujets, elle ne survient qu'au bout de nombreuses années (parfois vingt ans et davantage). A ce stade, les écoulements ont cessé, le chancre devient donc beaucoup moins dangereux, le tissu ligneux est complètement décomposé, et, dans l'état extrême que nous avons indiqué plus haut, il devient la proie de tous les nettoyeurs ; l'arbre ne se maintient que par quelques lambeaux de tissu vivant : il est vaincu et ne cherche même plus à réagir.

Agent de la maladie. — L'agent du chancre est assez mal connu : nous n'avons à ce sujet que les indications fournies par Delacroix, qui considère, comme nous l'avons noté en débutant, que cet agent est une Bactérie ronde, le *Micrococcus populi*.

Sans vouloir anticiper sur les résultats des recherches entreprises à ce sujet par nos collègues Dufrénoy et Diehl, nous pouvons dire qu'il ne semble pas que la détermination de Delacroix soit exacte ; on trouve en effet, dans les chancres, divers organismes microscopiques et, notamment, des Bactéries saprophytes, dont le rôle est secondaire. Les essais d'inoculation qui sont actuellement en cours permettront, nous n'en doutons pas, d'éclaircir ce point important.

Propagation de la maladie. — La propagation du chancre est un des points qui ont retenu le plus vivement notre attention : nous sommes persuadé, en effet, que les insectes jouent un rôle actif dans la transmission de la maladie. Si, pratiquement, jusqu'ici, nous n'avons pas obtenu expérimentalement cette transmission par des insectes, nous avons réuni cependant sur place un certain nombre d'observations, qui ne laissent aucun doute sur ce rôle.

Que, d'autre part, les insectes soient les seuls à propager le chancre, nous ne le pensons pas non plus ; nous l'avons souligné : le chancre est un parasite de blessure, et, à cet égard, il nous suffira de rappeler que nous avons réussi à déterminer la maladie sur des sujets absolument sains par des incisions faites avec un scalpel, en plaçant le sujet sain à côté d'un sujet malade, en faisant égratigner par un chat un sujet sain placé dans les mêmes conditions ; combien de fois n'avons-nous pas vu s'infecter les plaies d'élagage, les lésions faites aux jeunes arbres par la faucheuse dans les prés, ou par les grapins des élagueurs. Tous ceux qui connaissent la maladie ont pu l'observer.

Les insectes xylophages, qui s'attaquent aux Peupliers, favorisent le développement de la maladie ; bien mieux, comme nous avons eu l'occasion de l'indiquer dans nos travaux, les lésions chancreuses exercent sur certains d'entre eux, tels que les Sésies, la Zeuzère et le *Cossus*, une attraction très nette, qui s'explique par les facilités que fournissent les chancres aux jeunes chenilles pour la pénétration dans le cœur de l'arbre.

Les lésions de ponte des Cicadelles, et notamment des *Idiocerus* (*I. populi* et *I. scurra*), les attaques de *Saperda*, de *Gypsonoma*, et même celles des Pucerons, ne sont pas sans favoriser le développement des chancres des rameaux et des jeunes tiges. Mais là, à mon avis, ne s'arrête pas le rôle des Insectes : de nombreuses espèces (Diptères et Hyménoptères) se nourrissent du liquide d'écoulement des chancres ; d'autres, dont nous faisons l'étude, vivent dans la partie gélifiée des bourrelets chancreux ; que ces Insectes soient des agents actifs de la propagation de la maladie, nous n'en doutons pas pour quelques-uns ; nos recherches nous permettront, je l'espère, d'apporter des précisions sur ce point. L'étalement progressif de la tache du chancre du Peuplier dans le Nord de la France, les barrières

naturelles que constituent pour son extension les coteaux, les forêts, les grandes plaines, militent en faveur de cette opinion. Si l'on ajoute à cela la dissémination faite par les planteurs eux-mêmes, qui introduisent des plants malades, on comprendra sans peine l'existence de quelques foyers en dehors de la zone principale de contamination.

Les phases les plus redoutables de la maladie sont la troisième et la quatrième, et les périodes les plus dangereuses, celles d'écoulement des chancres, qui coïncident avec la montée de la sève de printemps et de la sève d'août. Il est indéniable que ces écoulements contribuent pour la plus grande part à la multiplication sur le même sujet des chancres, qui sont d'autant plus nombreux que le chancre originel est plus élevé ; ils nous expliquent l'aspect lamentable des arbres malades des vallées de l'Oise et de l'Ailette, qui, depuis le haut jusqu'en bas, ne sont plus qu'une suite de chancres.

Plantes attaquées. — Le chancre, que nous venons de décrire, paraît tendre, qui poussent très vite. Il est certain que normalement les Peupliers blancs (*P. alba*), le Grisard (*P. alba*, var. *canescens*), le Tremble (*P. tremula*), ne sont pas touchés ; le Peuplier d'Italie (*P. pyramidalis*) porte bien quelques chancres de rameaux dans le jeune âge, mais il résiste parfaitement à la maladie. Dans les espèces à bois tendre (*P. angulata, nigra, balsamifera, canadensis*, Peupliers régénérés), on trouve çà et là des sujets résistants et vigoureux, et c'est généralement sur ceux-ci que les pépiniéristes prélèvent leurs boutures, mais, dans cette catégorie, qui renferme les variétés les plus importantes au point de vue économique, il existe une foule d'hybrides et de races, qui ont reçu les noms les plus divers, et parmi lesquels il est difficile même pour un spécialiste averti de se reconnaître.

Au cours de nos randonnées dans la zone contaminée, nous avons vu des Peupliers de pays à écorce rugueuse, à pousse plus lente que les régénérés, et qu'on peut rattacher au *P. balsamifera* (1), de même que des Peupliers à écorce claire et très lisse, d'origine belge, qui paraissent résister à la maladie.

Somme toute, jusqu'ici, nous n'avons que des indications assez vagues sur cette donnée du problème ; de nombreuses tentatives ont déjà été faites dans la zone contaminée par les pépiniéristes et les planteurs de Peupliers ; elles se sont appuyées trop souvent sur des bases imprécises, qui s'expliquent d'ailleurs par la complexité de la question et les difficultés de la documentation.

Le désir de produire des arbres vigoureux, à croissance extrêmement

(1) Nous en devons la détermination au Dr Stout, le savant spécialiste du Jardin botanique de New-York.

rapide, a peut-être trop souvent fait négliger le facteur « réceptivité au chancre ». Mieux vaudrait sans doute revenir provisoirement aux variétés de pays à pousse plus lente, plutôt que de s'exposer aux aléas d'une culture incertaine.

Il y a place ici pour des recherches de la plus haute importance ; il est inutile d'ajouter que c'est de ce côté que se tourne actuellement le gros effort des spécialistes.

Expansion de la maladie (1). — On prétend que l'apparition du chancre aurait coïncidé avec l'extension de la culture des Peupliers dits régénérés, et que les premiers foyers auraient été trouvés en 1880 dans les vallées de l'Ourcq (2) et du Grand-Morin. De là, la maladie aurait été introduite par des plants dans la région de Chauny, d'où elle se serait propagée de proche en proche d'une part dans la vallée de l'Oise et les vallées adjacentes (Aisne, Verse, Ailette), depuis la région de Saint-Quentin jusqu'à Laon et à la lisière de la forêt de Laigue, au nord de Compiègne, et d'autre part dans la vallée de la Somme et de l'Oise, sans paraître dépasser la région d'Amiens.

La maladie, comme on le voit, sévit surtout dans le Nord de l'Ile-de-France. Nous avons parcouru personnellement de nombreuses régions françaises depuis trois ans, notamment les Flandres, l'Artois, la Picardie, la Normandie, l'Anjou, le Maine et la Bretagne ; nous avons eu l'occasion de visiter de nombreuses peupleraies de la vallée de l'Yonne, le chancre reste localisé dans les points indiqués.

Comme taches isolées, nous pouvons en signaler quelques-unes dans l'Oise, en dehors du foyer principal, une sur la route de Compiègne à Soissons, une dangereuse près de Verberie, à l'entrée de la vallée de l'Automne, une autre sur la route de Betz à Crépy-en-Valois ; nous en connaissions deux en Seine-Inférieure : l'une, celle de Saint-Saens, intéressant huit kilomètres de route nationale, fut exploitée en 1922, à la suite de notre intervention auprès des Ponts-et-Chaussées (3) ; l'autre à Tôtes, sur la route

(1) Nous tenons à remercier ici M. Collin, président du Syndicat général des Bois, des facilités qu'il nous a données pour visiter les principaux foyers.

(2) Grâce à l'obligeance de M. Granthomme, nous avons parcouru toute la vallée de l'Ourcq, depuis La Ferté-Milon jusqu'au confluent de la Marne. D'une façon générale, la situation, autrefois très critique, paraît satisfaisante, grâce à l'attention soutenue des planteurs, qui ont fait disparaître petit à petit les sujets atteints. Nous devons signaler cependant un petit foyer près de Villeneuve-sous-Thury, une grosse tache au confluent de la Marne et des arbres malades sur la route de Vareddes à Meaux.

(3) La route de Saint-Saens avait été plantée en Peupliers régénérés vers 1891 ; sur 711 Peupliers, 200 avaient perdu toute valeur marchande et le lot ne fut pas adjugé plus d'une dizaine de mille francs, malgré la présence de très beaux sujets, dépassant 4 mètres cubes. Les *Cossus* y étaient abondants.

de Dieppe ne porte que sur quelques sujets et nous espérons bien qu'elle disparaîtra prochainement. Les vallées de l'Eure et de la Seine, où se trouvent de magnifiques peupleraies, sont absolument indemnes.

M. Foex a trouvé la maladie dans l'Aube ; nous-même avons reçu des échantillons suspects du Bas-Rhin et notre collègue Dufrénoy nous signale qu'il croit avoir reconnu la présence du chancre dans l'Isère, aux environs de La Tour-du-Pin. L'enquête à laquelle procède actuellement la Station centrale de Pathologie végétale permettra, du reste, d'être fixé exactement sur l'expansion de la maladie.

Importance des dégâts. — Là où le chancre du Peuplier sévit, les dégâts sont considérables : en moins de dix ans, une plantation peut être complètement ravagée ; les jeunes plantations sont les plus éprouvées, tous les arbres, petit à petit, se trouvent attaqués, leur croissance est arrêtée et leur valeur annihilée ; il ne subsiste aucun espoir de les voir se rétablir, le mieux est de les supprimer, si l'attaque est sévère. Les arbres de taille moyenne (15 à 20 ans de plantation) continuent en général à pousser pendant quelques années ; dès qu'ils ont atteint un cube suffisant pour l'exploitation, le mieux est de les abattre, car du fait que l'arbre est malade, il perd rapidement en qualité ce qu'il peut gagner en volume. Quant aux arbres âgés, s'ils offrent généralement moins de prise à la maladie, ils n'en sont pas exempts ; nous en connaissons qui, indemnes il y a dix ans, sont maintenant très gravement atteints : pour ceux-ci comme pour les précédents, l'exploitation s'impose.

Si les chancres sont localisés, on arrive encore à retirer quelques billes saines, qu'on peut passer à la scierie ; s'ils sont généralisés, le bois devient inutilisable, par suite de la gélification des tissus ; il ne paie pas les frais d'abatage, ce qui explique le maintien de nombreux sujets chancreux dans la zone contaminée.

Parfois, l'arbre parvient à cicatriser ses blessures chancreuses, ou, tout au moins, à les recouvrir, mais le chancre laisse toujours dans le bois des traces profondes, qui le rendent impropre à certains usages, notamment pour la fabrication des allumettes et même pour l'emballage, les planches perdant de ce fait une partie de leur solidité.

En s'attaquant à des arbres de tous les âges, le chancre compromet gravement la culture des Peupliers, les pertes que l'on enregistre actuellement ne sont rien auprès de celles qui attendent les planteurs de Peupliers, si l'on ne prend les mesures qui s'imposent.

Avant la guerre, la maladie existait partout où nous l'avons indiqué ; dès 1895, Des Cars l'avait signalée dans les vallées de l'Ourcq et de l'Aisne sur les Peupliers du Canada régénérés, et, d'après lui, le foyer initial aurait été au nord de Mareuil-sur-Ourcq, dans des plantations faites sur le bord

du canal par la ville de Paris ; à la même époque, elle était connue sur les arbres du canal à Bray-sur-Somme, et, en 1900, sur ceux de la route de Neufchâtel, près de Saint-Saens (1). Prillieux, en 1896, avait trouvé des Bactéries à l'intérieur des tissus altérés des chancres, sur des échantillons provenant de Neuilly-Saint-Front, aux environs de Château-Thierry. Il est regrettable qu'alors on n'y ait attaché plus d'importance ; les dégâts, pourtant, étaient déjà très appréciables ; dans la vallée de l'Ailette (ou de la Lette) notamment, les propriétaires éprouvaient de grosses difficultés avec leurs Peupliers, et, en 1910, le journal *Le Bois* se faisait l'écho des doléances de certains marchands de bois et publiait une lettre de M. Eugène Dufour, de Varesnes (près Noyon) ; la région de Noyon était alors très peu touchée, et l'on trouvait encore dans la vallée de l'Oise de magnifiques peupleraies absolument indemnes.

La guerre survint, et la zone contaminée devint en majeure partie ligne de feu ; les belles peupleraies furent pour la plupart exploitées par les Allemands, et il ne subsista guère que quelques jeunes plantations, des arbres mitraillés et des sujets malades.

Telle était la situation au lendemain de la guerre, nous exprimions alors l'espoir qu'on profiterait de l'enseignement du passé et, dans notre note de 1919, nous conseillions la surveillance des pépinières et des plantation. En 1925, nous écrivions dans notre étude générale sur les insectes des Peupliers : « Il est certain que le maintien des sujets gravement mutilés dans nos régions libérées menace gravement l'avenir des plantations, en favorisant la pullulation de certains ravageurs et la propagation de certaines maladies. Un nettoyage général s'impose, nous espérons que les planteurs le comprendront, dans leur intérêt et celui du pays ». Hélas ! ce que nous craignions s'est produit ; pour utiliser les crédits mis par l'Etat à la disposition des sinistrés (1), on s'est mis à replanter dans ces régions avec une intensité inouïe, sans se préoccuper du danger qui menaçait les nouvelles plantations par suite du voisinage des arbres contaminés, que leur non-valeur a fait laisser en place. On reste stupéfait, lorsqu'on suit la vallée de l'Oise de Noyon à La Fère, en voyant les milliers d'arbres chancreux, plus ou moins mutilés, qui sont encore debout.

Le désastre auquel nous assistons aujourd'hui dans cette région n'est donc pas fait pour nous surprendre ; les planteurs peuvent prendre toutes les garanties possibles, se fournir aux meilleures pépinières, même en

(1) Dans une lettre qu'il nous écrivait à ce sujet en 1922, feu Duclos, horticulteur à Saint-Saens, nous disait que la maladie avait débuté sur les arbres plantés en sol argileux compact, retenant l'humidité, et qu'au contraire les Peupliers avaient résisté là où le sol était perméable.

(1) La loi sur les dommages de guerre oblige, pour les arbres forestiers, à replanter dans la commune même du dommage, ou dans une commune limitrophe.

dehors de la zone contaminée, du moment qu'on maintient partout des foyers de contamination, on expose les plantations nouvelles aux plus graves dangers. Nous n'en voulons pour preuves que celles que nous venons de voir en compagnie de nos collègues de la Commission des maladies des arbres ; nous connaissons des peupleraies, qui n'ont pas cinq ans, et dont 60 % des arbres sont déjà atteints.

Il est donc grand temps d'intervenir, s'il n'est pas déjà trop tard pour beaucoup de plantations. Il y a là, en tout cas, pour le pays une leçon à méditer, dont tous les planteurs peuvent faire leur profit.

Maladies similaires des Peupliers. — Il existe en France, et notamment dans la vallée de la Garonne, une maladie grave causée par un Ascomycète, le *Dothichiza populnea* Saccardo et Briard, étudié notamment par Prunet ; cette maladie a été signalée dans l'Yonne, la Sarthe et même aux environs de Paris, on la trouve également en Belgique ; elle sévit particulièrement sur le Peuplier du Canada, et quelquefois sur le Peuplier d'Italie. Bien qu'elle soit très pernicieuse pour le Peuplier, elle ne saurait être confondue avec le chancre : en effet, c'est une maladie des jeunes sujets, et qui n'a de commun avec lui que d'être aussi un parasite de blessure ; elle se manifeste par une décoloration de l'écorce et la formation de taches, qui se déprimment et amènent par leur extension la mort du rameau ou de la tige attaquée.

En Belgique, aux environs d'Alost et de Namur, nous avons eu l'occasion de voir, cette année même, des Peupliers âgés, qui portaient des chancres très voisins de celui que nous étudions ; le tronc et les branches portent des renflements éclatés et des gerçures profondes, qui ne sont pas sans analogie avec notre chancre, mais sont beaucoup plus localisés sur l'arbre. Cette maladie, du reste, n'atteint çà et là que quelques sujets et semble beaucoup moins pernicieuse pour le Peuplier, dont elle déprécie cependant fortement le bois. Elle serait due, d'après A. Poskin (1), à un *Nectria*, très voisin de celui du Pommier (*Nectria ditissima*), dont les périthèces, les asques, les paraphyses articulées, terminées par des appendices hyalins, seraient identiques, et les spores de même taille. Ce champignon serait avant tout un parasite de blessure, pénétrerait à la faveur de lésions, accidentelles ou autres (plaies d'élagage, chocs, dégâts d'insectes) et favoriserait, comme notre chancre, l'attaque des *Saperda*, Sésies, *Cryptorrhynchus*. Cette maladie aurait été attribuée par erreur par Nypels (1898) à un Hyphomycète (*Hyalopus populi*), qui, d'après Hartig, ne serait que la forme conidienne d'un *Nectria*. Elle sévit tout particulièrement sur le Peuplier

(1) A. Poskin : Le chancre du Peuplier du Canada. (*Bull. de l'Agriculteur.* Belgique, 1903). — D'après cet auteur, la maladie existerait depuis 1875 en Belgique.

argenté du Canada femelle, importé de Hollande. D'après Poskin, le même Peuplier mâle serait résistant et il en conseille la plantation.

En Hollande (2), aux environs de Wageningen, nous avons vu également des Peupliers portant des chancres de rameaux et de tronc, que nous pensons différents des nôtres, mais qui, apparemment du moins, présentent les plus grandes analogies avec les chancres étudiés par Poskin en Belgique. Cette maladie fut attribuée à un *Nectria* par Ritzema-Bos (1901) ; en 1910, elle était indiquée comme déterminée par *N. galligena* ou par *N. coccinea* Pers. Les recherches de Weise font pencher pour le premier, mais si l'on s'en rapporte aux travaux récents de Mlle Joh. Westerdijk (1), qui réussit à isoler le champignon et à infecter expérimentalement des Peupliers, ce chancre serait dû à *N. coccinea* ; il attaque le Peuplier du Canada et le Peuplier noir.

Ces indications montrent que notre chancre n'est pas la seule maladie pernicieuse des Peupliers; on en connaît d'autres, bien entendu, mais nous avons tenu à mentionner ici celles qui nous intéressaient le plus directement et avec lesquelles nos correspondants confondent généralement le chancre que nous étudions.

Moyens de lutte. — L'importance des dégâts causés actuellement par le chancre n'est pas sans inquiéter tous ceux qui s'intéressent à la question. Si étendu et si complexe que soit le problème en face d'un arbre à rendement limité malgré tout, nous pensons qu'un certain nombre de mesures de sauvegarde s'imposent d'une part pour enrayer la maladie, d'autre part pour garantir l'avenir, en attendant la sélection de variétés reconnues résistantes, qui ne sera pas sans exiger quelques années.

Mesures générales. — 1° Un assainissement général est nécessaire ; il doit commencer par l'exploitation de toutes les peupleraies malades, appartenant à l'Etat, aux départements et aux communes.

2° Il est nécessaire que se constituent dans les régions attaquées des Syndicats de planteurs de Peupliers, qui centralisent sur place tous les renseignements, soient en rapport avec le Service de défense des Végétaux, conseillent les propriétaires, surveillent les plantations et interviennent pour l'exploitation des foyers les plus graves, dont la présence compromet l'avenir des jeunes plantations.

3° Il serait souhaitable que soit organisée en France une inspection

(1) Nous devons nos renseignements à l'obligeance de MM. Mayne, Marchal et Charliers, de Gembloux, en Belgique, et de MM. Quanjer et Schoevers, de Wageningen, en Hollande.

(2) J. Westerdijk : Untersuchungen über *Nectria coccinea* Pers. und *Nectria galligena* Bresadola. (*Report of the Intern. Conference of Phytopath. and Econ. Entom.*, Holland, 1923, pp. 171-173.

régulière des pépinières, analogue à celle qui existe en Belgique et aux Etats-Unis. On éviterait ainsi dans une certaine mesure la dissémination des maladies.

Mesures préventives. — En attendant la sélection des variétés reconnues résistantes, les mesures suivantes s'imposent :

1° Installer les pépinières loin des foyers de chancre.

2° Choisir les boutures sur des sujets absoluments sains et très vigoureux.

3° Veiller à ce que les sujets sortant de pépinière ne portent aucun renflement ou tache suspecte.

4° Ne pas employer de griffes pour l'élagage (1).

5° Badigeonner les plaies avec du goudron ou du coaltar.

Remèdes. — 1° Couper et brûler les rameaux attaqués des jeunes sujets.

2° Nettoyer les chancres superficiels et les badigeonner avec une bouillie cuprique ou un lait de chaux.

3° Traiter à la bouillie bordelaise tous les chancres qui coulent.

Ces traitements, pratiqués dans l'Oise par quelques planteurs, paraissent assez efficaces quand le chancre n'est pas trop évolué ; il est à conseiller sur les sujets de moins de quinze ans ; il est sans intérêt pour les Peupliers ayant atteint un cube suffisant pour être exploités, si ce n'est pour empêcher la dissémination de la maladie.

Nous croyons d'autre part que ces traitements pourraient utilement être complétés par la destruction directe des chenilles lignivores, qui aggravent la maladie ; leur présence est signalée par la sciure qui s'échappe des chancres ; en introduisant un insecticide asphyxiant dans la galerie, on les détruit facilement et rapidement.

Programme des recherches. — Cette question du chancre pose un certain nombre de problèmes, qu'il appartiendra aux spécialistes de résoudre. Le programme est le suivant :

1° Déterminer d'une façon précise l'agent de la maladie, l'isoler, le cultiver et réussir expérimentalement l'infection.

2° Déterminer les conditions de propagation du chancre.

3° Préciser le rôle des insectes dans cette propagation.

4° Sélectionner des variétés résistantes.

5° Etudier l'influence des conditions culturales sur le développement du chancre.

Pour ces études de longue haleine, il était nécessaire que nous disposions dans la zone contaminée d'un terrain d'expériences ; Mme la Baronne

(1) On peut se demander d'ailleurs si, dans certains cas, on n'aurait pas avantage à faire des plantations plus serrées, pour éviter l'élagage.

de Langlade a bien voulu nous réserver dans son domaine de Cuts, près de Noyon, une terre qui remplit les conditions nécessaires. D'autre part, M. Granthomme, géomètre-expert à Noyon, qui, dans la circonstance, nous a fait bénéficier de sa connaissance approfondie de la question, s'est mis à notre disposition pour nous guider dans la région et surveiller la pépinière expérimentale.

En outre, nous nous sommes assuré le concours des Belges, des Hollandais et des Américains pour augmenter le nombre de nos variétés d'expériences. Nous attendons avec confiance l'avenir ; nous espérons que l'importance de ces recherches, qui intéresse une des cultures les plus intéressantes pour notre pays, déjà trop déboisé, sera comprise par tous et que nous trouverons pour les conduire les concours qui nous seront nécessaires.

Conclusion (1). — Le Chancre est une des maladies les plus redoutables des variétés de Peupliers à pousse rapide, dont il rend le bois inutilisable. Son agent est mal défini et les conditions exactes de propagation demandent à être précisées, mais il est incontestable que les insectes qui s'attaquent au bois favorisent son extension, et il est probable que ceux qui fréquentent les écoulements des chancres disséminent la maladie.

Différentes variétés, dont il conviendra de préciser les qualités, semblent offrir moins de prise au chancre.

Un assainissement général des zones contaminées, et notamment de la partie dévastée par la guerre, s'impose, parce que c'est l'intérêt général, les plantations atteintes constituant un danger pour les autres, et que c'est aussi l'intérêt des propriétaires, ces plantations diminuant chaque jour de valeur et occupant un terrain précieux, qui pourrait être replanté.

Des Syndicats de planteurs doivent se constituer pour assurer l'exécution du plan général d'assainissement.

Les pépinières et les jeunes plantations doivent être étroitement surveillées et constituées de sujets sains.

Les écoulements chancreux sont les plus dangereux, il faut les traiter avec une bouillie bordelaise ou un produit désinfectant.

Des recherches sont engagées par les laboratoires de l'Institut des Recherches agronomiques : nous ne doutons pas qu'elles n'aboutissent à des résultats pratiques.

Fait à la Station de Zoologie agricole de Rouen (I. R. A.).
Juillet 1930.

(1) Au Congrès de Sylviculture d'Anvers, M. Jagerschmidt, inspecteur des Eaux et Forêts, a présenté une note où se trouvent résumées les indications données dans ce travail. (Voir R. Regnier : Note sur le chancre du Peuplier. Anvers, 1930.)

1. Plantation de Peupliers de 12 ans attaqués par le chancre; 2. Chancres de rameaux sur Peuplier de 30 ans; 3. Chancres de tronc sur Peuplier de 12 ans (éclat d'obus à la base); 4. Ecoulement à la suite d'une blessure de guerre avec chancres secondaires.

R. Regnier : *La question du chancre du Peuplier.*

INFLUENCE DU pH DU MILIEU DE CULTURE SUR LA PÉNÉTRATION DU ROUGE NEUTRE DANS LES CELLULES DU TABAC

par

J. DUFRÉNOY

Directeur de la Station de Pathologie végétale de Bordeaux.

F. LABROUSSE

Préparateur à la Station centrale de Pathologie végétale de Versailles.

Les récentes recherches ont montré l'importance des conditions de nutrition du Tabac pour la formation de feuilles capables de fournir aux manufactures du tabac de bonne qualité.

D'ailleurs, diverses affections pathologiques du Tabac semblent pouvoir s'expliquer par des conditions défectueuses de nutrition, soit par carence ou excès de certains aliments dans le sol, soit par suite de défaut d'assimilation de ces aliments.

Il a donc paru nécessaire d'entreprendre à la Station centrale de Pathologie Végétale, une série de recherches sur la croissance des tabacs en milieu synthétique et aseptique.

Nos premières recherches ont eu pour but de préciser les conditions dans lesquelles le rouge neutre (colorant basique) peut pénétrer dans les cellules des plantules de tabac. On sait que le rouge neutre permet de colorer vitalement les vacuoles dans les cellules vivantes; il suffit d'immerger un lambeau d'épiderme de feuille de tabac, ou une coupe de tissu dans quelques gouttes de solution de Ringer additionnée de rouge neutre pour obtenir en quelques minutes la coloration du contenu vacuolaire des cellules vivantes dont le cytoplasme et le noyau demeurent incolores.

I. — Historique.

Récemment, Guilliermond avait montré que le rouge neutre est un colorant très peu toxique, puisque le *Saprolegnia* peut prospérer normalement dans un milieu contenant 10 à 20 mg. de rouge neutre par litre. Aubel, Aubertin et Genevois ont même constaté une exagération de l'activité respiratoire des levures cultivées sur milieu sucré en présence de rouge neutre.

D'autre part, les recherches poursuivies aux Etats-Unis, et particulièrement les belles recherches de Robbins et de ses collaborateurs sur le point isoélectrique, permettaient de penser que l'absorption ou la non absorption

du rouge neutre par les cellules des plantules de Tabac doit dépendre du pH du milieu de culture sur lequel elles végètent en présence du colorant.

Dès 1911, Harvey signalait que les filaments de *Spirogyra* ou les cellules des feuilles d'*Elodea* absorbent le rouge neutre en solution alcaline, mais ne l'absorbent pas en présence de traces d'acide; le rouge neutre, colorant basique, ne peut donc pénétrer dans les cellules que lorsque la solution n'est pas trop acide.

Au contraire, les colorants acides sont absorbés par les cellules en solution acide; ils ne sont pas absorbés en milieu neutre ou alcalin.

Rohde, cependant, pense que les colorants, qu'ils soient acides ou alcalins, peuvent dans tous les cas pénétrer dans les cellules vivantes, mais que cette pénétration ne devient évidente que lorsque la réaction du suc vacuolaire permet une accumulation du colorant; or, les colorants basiques sont rapidement absorbés par les cellules à suc alcalin, tandis que les colorants acides sont absorbés par les cellules dont le suc est légèrement acide.

Callander pense que l'absorption des colorants sulfonés acides par les cellules vivantes dépend du pH de la solution : les ions H favorisent la pénétration des colorants acides, les ions OH l'inhibent.

Loeb, d'ailleurs, a montré qu'une protéine purifiée se combine à un colorant acide en milieu acide, tandis qu'elle se combine à un colorant basique en milieu alcalin.

La gélatine, par exemple, ne fixe la fuchsine acide qu'en milieu plus acide que pH = 4,7; elle ne fixe les colorants basiques qu'en milieu moins acide que pH = 4,7. La concentration critique qui détermine la fixation des colorants acides ou des colorants basiques est donc pH = 4,7 qui correspond au point isoélectrique de la gélatine.

Thomas et Kelly, étudiant à ce point de vue le collagène, ont montré que ce produit représente un mélange de protéines avec un point isoélectrique au pH = 5; au-dessous de pH = 5, le collagène fixe les colorants acides; au-dessus, les colorants basiques.

Robbins, déterminant le point isoélectrique de divers tissus végétaux d'après leur teinture par les colorants acides ou basiques dans des solutions tamponnées à différents pH, montre que le tubercule de pomme de terre se colore comme une protéine dont le point isoélectrique serait compris entre pH = 6,1 et pH = 6,95.

Des champignons tels que *Rhizopus nigricans* et *Fusarium lycopersici* se comportent comme une protéine dont le point isoélectrique serait voisin de 5 ou 5,5.

Wertheimer, étudiant des membranes vivantes, montre que les anions augmentent la coloration de la peau de grenouille par les colorants basiques

et l'augmentent d'autant plus que leur valence est plus élevée. C'est le contraire pour les colorants acides.

Coloration des vacuoles dans les Tabacs en voie de croissance. — Des graines de tabac pralablement désinfectées par immersion dans une solution de bichlorure de mercure, puis rincées à l'eau stérile, semées sur des milieux gélosés, y germent rapidement et forment des plantules aseptiques. (*Fig.* 1.)

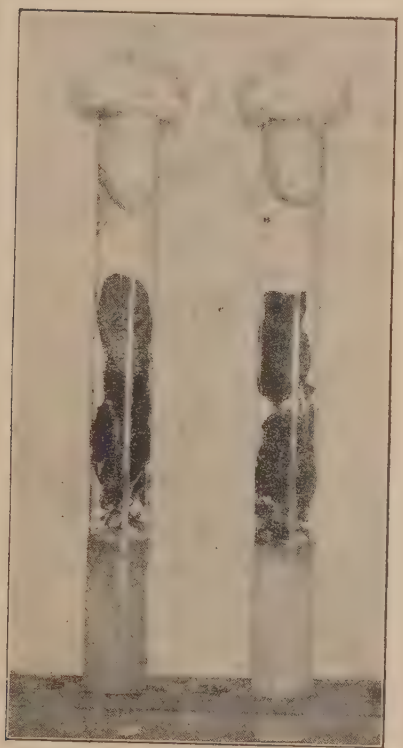


Fig. 1. — Plantules de Tabac cultivées aseptiquement sur milieux additionnés de rouge neutre. (1/2 G. N.)

L'addition de rouge neutre au milieu gélosé n'empêche pas la germination.

Les tabacs germent sur des milieux contenant jusqu'à 0 gr. 20 de rouge neutre par litre, mais l'évolution de la plantule est bientôt inhibée sur les milieux contenant plus de 0 gr. 05.

Par exemple, sur des milieux de pH = 7, contenant 0 gr. 15 de rouge neutre par litre, on observe des vacuoles colorées dans le méristème de la racine ; mais, vers la pointe de la racine, beaucoup de cellules sont tuées et montrent un noyau coloré par le rouge neutre.

La toxicité du rouge neutre ne paraît pas dépendre du pH du milieu de culture et, cependant, c'est seulement lorsque les plantules sont cultivées sur des géloses moins acides que pH = 5,5 que le rouge neutre pénètre dans les vacuoles des cellules des Tabacs en croissance pour les colorer en rouge.

II. — Préparation des milieux nutritifs de pH compris entre 4,5 et 7,5.

1° Préparer la solution-mère suivante, renfermant tous les sels devant entrer dans la constitution du milieu définitif, à l'exception des phos-

phates, à des concentrations doubles des concentrations normales, soit :

SO^4Mg 1 %	25 cc.
KCl 1 %	5 cc.
SO^4Fe 1 %	1 cc.
NO^3NH^4 1 %	100 cc.
Sucre de canne	20 gr.
Eau, q. s. p. compléter à	500 cc.

2° A 50 cc. de la solution précédente ajouter les quantités ci-dessous indiquées des phosphates monopotassique et disodique (solution à 1 %), puis compléter à 100 cc., pour obtenir les pH indiqués dans les colonnes de droite.

	Solut.-mère	PO^4Na^2H	PO^4KH^2	Eau distillée	Av. stér. pH	Apr. stér. pH
A	50	0.0	5.0	Q. s. pour	4.5	4.4
B	50	0.5	4.5	Compléter	5.1	5.1
C	50	1.0	4.0	à 100 cc.	5.5	5.5
D	50	1.5	3.5		6.1	6.1
E	50	2.5	2.5		6.5	6.5
F	50	4.5	0.5		7.0	7.0
G	50	5.0	0.0		7.6	7.5

Le milieu de culture employé *ne comporte pas de sel de calcium*, et le calcium ne peut y être représenté que par des traces apportées par les impuretés des autres sels, d'ailleurs choisis « purs ». Nous constatons que dans les limites de pH utilisées, les Tabacs croissent normalement sans calcium.

Mevius avait fait la même constatation pour les Maïs cultivés dans les milieux de culture dont le pH est compris entre 4.4 et 6.6, mais il avait constaté une altération des racines sur les milieux sans calcium plus acides que pH = 4 ou plus alcalins que pH = 7 : il lui suffisait alors d'ajouter du calcium pour provoquer une reprise du développement normal.

III. — La coloration des vacuoles dépend du pH du milieu.

Sur les milieux de pH = 4,5 et pH = 5, les tabacs croissent sans que leurs vacuoles se colorent; les parois cellulosiques et lignifiées des cellules fixent le rouge neutre et se colorent en rouge brique.

Sur les milieux de pH = 5,5 et pH = 5,7, l'extrémité des racines depuis sa pointe jusqu'au niveau des premiers poils absorbants montre, examinée au faible grossissement, une coloration rouge.

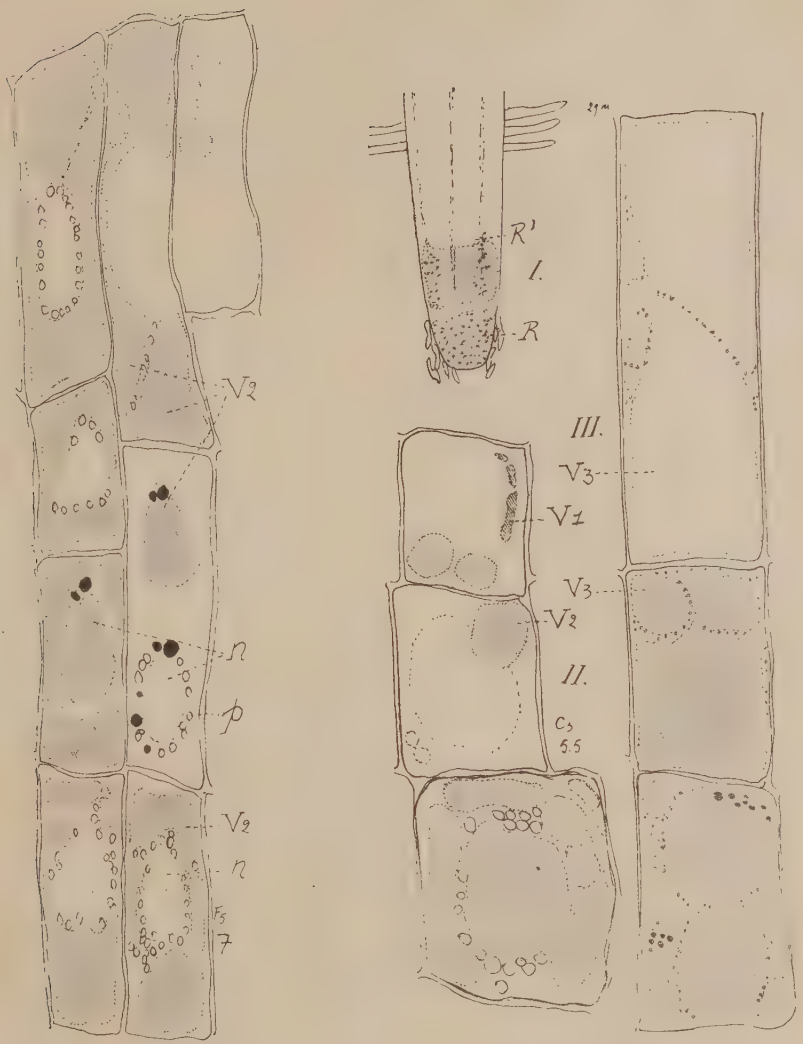


Fig. 2. — 1° Région méristématique de la racine de plantule de Tabac, formée de cellules à vacuoles colorées par le rouge neutre (en grisé) dans un milieu contenant 3·0/00 de rouge neutre et de pH=5.5.

2° Cellules embryonnaires à petites vacuoles filamenteuse, v', et vacuoles sphériques, v'', dont le contenu est coloré.

3° Cellules de région R′ de la fig. I. Les deux cellules embryonnaires inférieures ont des vacuoles, v'', colorées. Dans la cellule supérieure, le contenu des vacuoles v^3 n'apparaît pas coloré ; leur contour est dessiné par les trabécules cytoplasmiques riches en globules graisseux.

Fig. 3. — Cellules méristématiques de racine de plantule de Tabac cultivé sur milieu gélosé à 0,05 0/00 de rouge neutre et de pH=7.

V, vacuoles colorées ; *n*, noyau ; *p*, plaste.

L'examen au fort grossissement montre que les vacuoles sont colorées dans les cellules. Les vacuoles filamenteuses des cellules méristématiques sont colorées en rouge foncé. Les vacuoles globuleuses des cellules voisines sont colorées en rouge plus clair, mais contiennent des précipités vacuolaires.

La figure 2 montre la répartition des tissus colorés dans la pointe d'une racine de plantule de Tabac, sur milieu gélosé à 0 gr. 03 de rouge neutre par litre, et de pH=5,5. L'examen au fort grossissement des tissus de cette région colorée montre que, dans les cellules, ce sont seulement les vacuoles qui sont colorées ; le noyau incolore apparaît grâce à sa réfringence dans le cytoplasme hyalin. Dans les cellules méristématiques du point végétatif, les vacuoles filamenteuses sont colorées en rouge foncé. (*Fig.* 3.)

Fig. 4. — Cellules épidermiques et cellules d'un poil de plantule de Tabac cultivé sur milieu gélosé à 5 0/00 de rouge neutre et de pH=7.

V, vacuoles colorées ; *pv*, précipité vacuolaire ; *n*, noyau ; *p*, plaste.

Dans les cellules qui commencent à se différencier, les vacuoles augmentent de volume en s'arrondissant. Leur contenu se colore moins fortement par le rouge neutre, et il montre fréquemment des précipités vacuolaires.

Enfin, lorsque les cellules augmentent de volume pour acquérir la taille et la forme de cellules parenchymateuses, les vacuoles augmentent considérablement de volume ; leur contenu semble représenter alors une solution beaucoup plus diluée que la solution qui forme le contenu vacuolaire des cellules embryonnaires; la coloration par le rouge neutre n'est plus directement accessible à l'observation microscopique. Cependant, en plasmolysant les cellules, comme nous l'avons fait à la suggestion du

Professeur Robbins, nous avons pu, en provoquant une concentration du suc vacuolaire, rendre évidente sa coloration par le rouge neutre.

De façon générale, au-dessus du méristème terminal, vers le niveau où apparaissent les poils absorbants et où se différencient les tissus vacuolaires, les vacuoles perdent leur coloration rouge.

La décoloration des vacuoles semble être concomitante de la très forte hydratation qui fait gonfler et confluer les vacuoles au moment où les cellules perdent le caractère embryonnaire et, par une croissance très rapide, acquièrent le volume et la forme spécifique des cellules de parenchyme cortical. En général, par conséquent, les cellules de la tige et des feuilles ne montrent pas de vacuoles colorées.

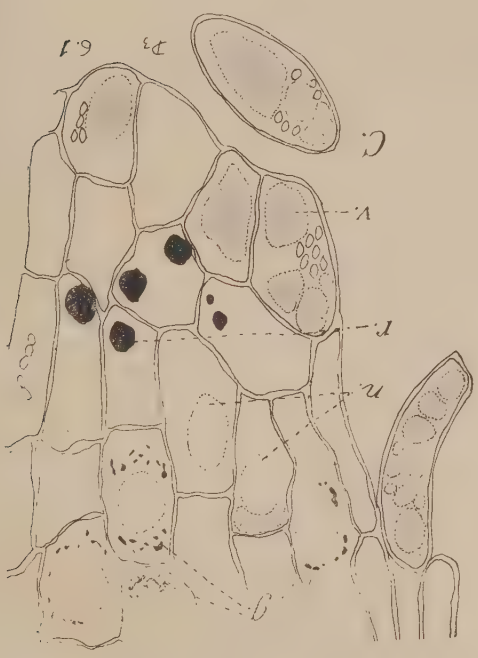


Fig. 5. — Extrémité de racine de plantule cultivée dans milieu à 0,03 0/00 de rouge neutre et de pH = 6.1.

G, vacuoles filamenteuses (canalicules de Golgi), à contenu très fortement coloré en rouge dans les cellules embryonnaires ; *pv*, précipité vacuolaire ; *v*, vacuoles colorées ; *n*, noyau ; *c*, cellule de la coiffe exfoliée vivant libre dans la gélose.

Cependant, dans certaines plantules obtenues sur des milieux de pH = 6,5 et 7,5 (le méristème radical ne montrant pas de vacuoles colorées), la coloration s'observe dans les vacuoles des cellules de l'épiderme ou des poils et surtout dans les vacuoles des cellules stomatiques des cotylédons et des pétioles. (*Fig.* 4.)

Dans tous les cas, vers l'extrémité inférieure de la racine, à mesure que la coiffe s'exfolie, des cellules de la coiffe sont mises en liberté dans le milieu gélosé. Ces cellules conservent leurs vacuoles bien colorées. (*Fig.* 5). Ce fait confirme la survie des cellules exfoliées de la coiffe, survie déjà signalée par divers auteurs.

Il faut distinguer soigneusement des colorations vitales, les colorations de la membrane lignifiée des vaisseaux du bois, facilement obtenues en trempant, dans des solutions aqueuses de divers colorants, la base coupée de tiges ou de pétioles, ou en injectant ces solutions dans le cylindre

central des tiges. De telles colorations, que de nombreux auteurs ont cru pouvoir utilisr à l'étude des voies de transport de la sève brute ou de l'eau perdue par transpiration, résultent, bien plutôt que de phénomènes biologiques, de phénomènes électro-capillaires, et Kopackewski a montré que l'ascension des colorants dans les membranes des vaisseaux était comparable à celle des colorants le long de bandelettes de papier dont la base trempe dans les solutions colorantes. Les facteurs de cette ascension électro-capillaire sont la charge électrique du colloïde (papier ou membrane lignifiée), le long duquel grimpe le colorant, et la charge des particules de ce colorant, en suspension colloïdale dans l'eau. Kopackewski, qui a étudié l'ascension de colloïdes soigneusement dialysés, a obtenu rapidement le transport des colorants jusque dans les faisceaux ligneux des pétales de fleurs blanches terminant une tige dont l'extrémité inférieure, coupée, plongeait dans la solution colorante.

Ce sont ces colorations de la membrane lignifiée que nous avons observées dans les Tabacs croissant sur les milieux de pH = 4,5 et 5.

BIBLIOGRAPHIE

1921. — Callander (R.) : Permeabilität pflanzliche Protoplasmen fur Sulosaura farbstoffe. (*Jahr. Wiss. Bot.*, LX, p. 354-410.)

1930. — Guillermond, Dufrénoy et Labrousse : Germination des graines de Tabac dans des milieux additionnés de rouge neutre et coloration du vacuome pendant le développement des plantules. (*C. R. Acad. Sc.*, CXC, p. 1439-1441.)

1911. — Harvey (E. N.) : Permeability of cells. (*Journ. Exp. Zool.*, X, p. 507-556.)

1928. — Haynes (R.) : Influence of buffered solutions on staining properties. (*Stain Technology*, III, p. 131-140.)

1927. — Mevius (W.) : Kalzium-ion und Wurselwachstum. (*Jahrb. Wiss. Bot.*, 66, p. 183-253.)

1926. — Naylor (E. E.) : H-ion concentration and the staining of sections of plant tissues. (*Amer. Journ. Bot.*, XIII, p. 265-275.)

1924. — Robbins (V. G.) : An isoelectric point for fungi. (*Journ. Gen. Physiol.* VI, p. 259-271.)

1923. — — An isoelectric point for plant tissue. (*Amer. Journ. Bot.*, X, p. 410-440.)

1917. — Rohde (K.) : Einfluss der frein H Ionen im innern lebenden Zellen auf der Vorgang der vitale Farburg. (*Arch. Ges. Phys.*, 168, p. 411-437.)

RECHERCHES BIOLOGIQUES ET CYTOLOGIQUES SUR QUELQUES THYSANOPTÈRES

par

E. PUSSARD-RADULESCO

Sommaire

I. — Introduction.

II. — Recherches biologiques.

a) Matériel et Technique.

b) Observations.

1° *Thysanoptères vivant dans les serres :*

a) *Parthenothrips dracaenae* Heeger.

Sexualité et parthénogénèse. — Cycle évolutif. — Relation entre les générations parthénogénétiques et la température. — Peut-on conclure à la présence de races différentes dans cette espèce ?

b) *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché.

Cycle évolutif. — Parthénogénèse constante et exclusive.

2° *Thysanoptères vivant en plein air :*

a) *Aptinothrips rufus* Gmelin.

Sexualité et parthénogénèse. — Durée du cycle évolutif. — Nombre de générations. — Races.

b) *Taeniothrips inconsequens* Uzel.

Cycle évolutif. — Parthénogénèse prédominante.

c) *Limothrips denticornis* Haliday.

Polyphagie. — Cycle évolutif et nombre de générations. — Accouplement précoce. — Possibilité de l'existence d'une reproduction par parthénogénèse arrhénotoque, type hyménoptère.

d) Conclusions.

III. — Recherches cytologiques.

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire et formation des chromosomes dans la vésicule germinative

a) Historique.

b) Matériel et Technique.

c) Etude cytologique. — Ovocytes jeunes et résolution des chromosomes goniaux.

— Différentes transformations du complexe nucléolaire pendant la phase d'accroissement de l'ovocyte. — Apparition et disparition des nucléoles. — La formation et le nombre des chromosomes. — Rôle des nucléoles. — Conclusions.

d) Conclusions générales de la partie cytologique.

Origine de l'élément nucléolaire. — Evolution de cet élément. — Formation des chromosomes. — Origine et constitution des dyades. — Individualité et fixité du nombre des chromosomes.

IV. — Contribution à l'étude économique des Thysanoptères de France.

INTRODUCTION

Au début de l'année 1928, nous avons commencé l'étude biologique des Thysanoptères, sur le conseil de M. le Professeur P. Marchal.

Nos premières observations sur des espèces appartenant à cet ordre et vivant dans les serres nous ont permis de constater rapidement que les quelques données bibliographiques qui existaient sur la biologie de ces insectes étaient insuffisantes et souvent erronées.

Dans nos élevages, nous avons pu observer une reproduction par parthénogénèse, soit exclusive chez *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché, soit constante pour une catégorie de femelles de *Parthenothrips dracaenae* Heeger, les autres femelles de la même espèce étant des femelles sexuelles.

Différentes expériences nous ont montré qu'il s'agissait de deux sortes de femelles appartenant à des races différentes, bien qu'elles soient morphologiquement identiques. Nous avons mis en évidence un phénomène semblable pour *Aptinothrips rufus* Gmelin (*A. rufa*, var. *connaticornis* Uzel), espèce vivant en plein air.

C'est seulement à la suite de ces observations que nous avons commencé notre étude cytologique, afin de pouvoir donner ainsi une explication complète des phénomènes remarqués et parce que cette étude est fondamentale au point de vue de la distinction des races qui offre une importance économique essentielle.

Notre but était de chercher à voir si le nombre des chromosomes et les divisions de maturation de ces races biologiques comportaient des différences, car nous avions envisagé la possibilité de nous trouver en présence de races triploïdes ou peut-être tétraploïdes.

Mais notre attention fut rapidement attirée par l'élément nucléolaire, seul élément existant dans la vésicule germinative pendant toute la phase de grand accroissement de l'œuf, et dont l'évolution nous a semblé très compliquée. Cet élément nous a paru d'autant plus intéressant qu'il se présente souvent sous la forme de filaments, d'anses ou de cordons qui peuvent faire croire à des chromosomes et qui nous ont fait penser au

début, sinon à des anses chromosomiques définitives, tout au moins à des filaments chromatiques.

Nous avons cherché à fixer les différentes étapes par lesquelles passe cet élément pour arriver à ces formes en employant la méthode de double coloration, fuchsine acide-bleu de toluidine.

Nous avons constaté que ces filaments, qui peuvent être pris pour des filaments leptotènes ou même des filaments chromosomiques définitifs, proviennent du nucléole à la suite d'une augmentation de volume et de divisions successives de ce dernier.

De même, nous avons pu voir que l'origine de ce nucléole est, au moins en partie, d'origine chromosomique.

La coïncidence de la résolution des chromosomes goniaux avec l'accroissement ou avec l'apparition de nouveaux nucléoles, nous a conduit à croire à un passage, après ou sans modifications chimiques, de matières chromosomiques vers le nucléole.

De plus, nous avons remarqué que les chromosomes du fuseau qui apparaissent à la prophase, se forment entièrement aux dépens de l'élément nucléolaire par fragmentation de celui-ci.

Nous avons eu constamment l'impression de nous trouver en présence d'une même substance qui, à la suite de différents changements chimiques et physiques, se présentait soit sous la forme de chromosomes, soit sous la forme de nucléoles.

C'est à la suite de ces observations que nous avons jugé bon de donner une description détaillée de l'origine et de l'évolution de l'élément nucléolaire et des chromosomes du fuseau de maturation. Cette étude nous a permis de tirer quelques conclusions sur l'individualité des chromosomes, problème très discuté depuis l'apparition des travaux de P. Della Valle en 1909 et 1912.

Nos recherches ont été poursuivies dans les laboratoires de MM. les Professeurs P. Marchal et E. Rabaud, auprès desquels nous avons constamment trouvé le meilleur accueil.

Notre étude a été beaucoup facilitée à la fois par les conseils et les précieux encouragements qu'ils nous ont prodigués et par la confiance bienveillante qu'ils nous ont témoignée dès le début, en mettant à notre disposition le matériel nécessaire aux présentes recherches.

C'est pour nous une grande joie, bien plutôt qu'un devoir, d'adresser ici à MM. les Professeurs P. Marchal et E. Rabaud, avec nos plus sincères remerciements, l'assurance de notre entière reconnaissance.

Nous avons eu l'occasion de travailler à la Station entomologique de Saint-Genis-Laval, où nous avons pu faire des élevages et de nombreuses observations sur les Thysanoptères vivant en plein air, tout en poursuivant nos recherches cytologiques.

Nous adressons nos meilleurs remerciements à M. le Professeur A. Vandel, de Toulouse, qui nous a donné de bons conseils à l'un de ses passages à Paris, en 1928 ; à MM. les Professeurs Fauré-Frémiet, du Collège de France, et Langeron, de la Faculté de Médecine ; à M. P. Vayssière, directeur-adjoint de la Station entomologique de Paris ; à M. Cuny, directeur du jardin du Luxembourg, qui nous a aimablement autorisé à faire des observations et même des élevages dans les serres confiées à ses soins ; à M. Pinelle, directeur de l'Ecole nationale d'Horticulture de Versailles, qui a bien voulu nous permettre de visiter les serres de cet établissement.

Nous remercions également M. F. Willaume, ingénieur-agronome de la Station entomologique de Versailles, qui, après avoir travaillé les Thysanoptères, a mis du matériel à notre disposition ; M. Simonet, entomologiste du Laboratoire Vilmorin, qui nous a aidé à faire des observations sur les Thysanoptères nuisibles aux cultures; M. John, pour les renseignements qu'il a bien voulu nous donner, et enfin M. J. Gonnard, aide-naturaliste à la Station entomologique de Saint-Genis-Laval, qui nous a rendu grand service pendant notre séjour dans ce laboratoire, en construisant des cages d'élevage sur nos indications et en effectuant pour nous différentes manipulations.

RECHERCHES BIOLOGIQUES

A. — *Matériel et Technique.*

Matériel. — Les Thysanoptères qui ont fait l'objet de notre étude biologique appartiennent à des espèces très communes, vivant en plein air et dans les serres.

Notre attention fut attirée d'abord par les grands dégâts produits par ces insectes, particulièrement dans les serres et ensuite par leur évolution, qui nous a paru différer notablement des observations faites par les auteurs sur le même sujet.

Nos observations biologiques ont porté sur les espèces suivantes :

1° Thysanoptères vivant dans les serres :

a) *Parthenothrips dracaenae* Heeger ;
b) *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché.

2° Thysanoptères vivant en plein air :

a) *Aptinothrips rufus* Gmelin ;
b) *Taeniothrips inconsequens* Uzel ;
c) *Limothrips denticornis* Haliday.

Technique. — Les Thysanoptères des serres *Heliothrips haemorrhoidalis*

et *Parthenothrips dracaenae* ont été élevés sur des *Ficus* et des *Kentias*. Les plantes sont mises en observation dix jours avant l'isolement des insectes, afin de vérifier qu'elles en étaient primitivement indemnes ; nous utilisons principalement des pousses jeunes pour nos élevages.

Pour retrouver facilement nos insectes, nous les isolons sur des feuilles entourées d'un manchon de cellophane, percé de deux ouvertures garnies de mousseline, pour permettre une évaporation normale.

Nous avons utilisé également des manchons de toile munis de deux fenêtres en cellophane, mais la première catégorie nous semble donner de meilleurs résultats, car il n'est pas nécessaire d'enlever les sacs pour surveiller les éclosions et pour observer les différents stades des larves.

Pour les élevages faits au laboratoire, les manchons sont collés avec une colle ordinaire, tandis que pour ceux qui sont pratiqués dans les serres, particulièrement dans les serres chaudes à la température de 18-20°, ils sont collés à la paraffine.

Nous avons élevé aussi des Thysanoptères vivant en plein air, *Limothrips denticornis* et *Aptinothrips rufus*, espèces que l'on trouve sur les céréales et dans le gazon, sur de jeunes plantules de Blé obtenues dans de grands pots.

Les plantules sont isolées très tôt, à l'aide de manchons de verre percés de quatre fenêtres — deux à la partie supérieure et deux à la partie inférieure du manchon — toutes garnies de toile très fine.

B. — *Observations.*

Pendant les années 1928 et 1929, nous avons poursuivi des élevages, fait des comptages et différentes expériences pour préciser la durée du cycle évolutif, le nombre des générations annuelles et surtout pour rechercher l'existence de la parthénogénèse.

Les données de Heeger (1852), Jordan (1888), Buffa (1898), Hinds (1902), Shull (1914-1915), Raymond (1923), et, plus récemment, de Pomeyrol (1928), nous montrent combien l'étude de ces insectes est intéressante, mais aussi combien elle est incomplète.

1° Thysanoptères vivant dans les serres.

Nos recherches personnelles ont porté sur deux espèces : *Parthenothrips dracaenae* Heeger et *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché, Thysanoptères très répandus dans les serres.

a) *Parthenothrips dracaenae* Heeger.

Sexualité et parthénogénèse.

En 1852, Heeger signale que les mâles de *Parthenothrips dracaenae* sont très rares à Vienne.

Des élevages ont été faits pour la première fois par Jordan en 1884 dans des serres chaudes : d'une larve, il obtient un adulte et ensuite trois générations successives, dont seulement des femelles. Jordan recommence dans des serres froides et il obtient des mâles en aussi grand nombre que des femelles. Dans les serres chaudes également il trouve quelques mâles, deux ou trois par millier de femelles.

Il conclut à la reproduction de cette espèce par parthénogénèse dans les serres chaudes et par sexualité dans les serres froides. Bien qu'il ait trouvé des mâles en très petit nombre, il ne croit pas que les femelles sont fécondées ; il n'a jamais trouvé de spermatozoïdes dans le *receptaculum seminis* des femelles et il n'a jamais constaté d'accouplements. Jordan admet l'existence d'une parthénogénèse cyclique, comme chez les Pucerons.

Uzel, en 1895, classe le *Parthenothrips dracaenae* parmi les espèces dont les mâles sont tellement rares qu'ils n'ont jamais été vus.

En 1928, pendant quelques mois, et tous les trois ou quatre jours, nous avons récolté des Thrips appartenant à cette espèce.

La proportion des mâles s'est élevée à 6 ou 7 %. On ne peut trouver les mâles qu'à des époques bien précises, vers la fin de chaque mois et au commencement du mois suivant, comme il ressort des chiffres ci-dessous :

	MALES	FEMELLES
29 Mars	5	4
10 Avril	0	50
15 Avril	0	35
26 Avril	11	62
1er Mai	9	44
8 Mai	0	25
15 Mai	0	35

Pendant plusieurs mois, nous avons constaté le même fait : les mâles apparaissent entre le 25-26 d'un mois et le 5-6 du mois suivant ; ainsi, pendant 18 à 20 jours, on ne trouve aucun mâle et, pendant les 10 à 12 jours suivants, on les trouve en proportion assez faible.

On assiste à tous moments à la transformation de larves en adultes et constamment, trois ou quatre jours après la dernière mue, les adultes pondent des œufs. Ce fait, ainsi que la rareté des mâles, nous a incité à entreprendre des élevages pour nous faire une idée précise sur la reproduction de ces insectes, car nos observations ne correspondaient ni avec les données de Heeger et Hinds — les mâles étant en nombre appréciable

— ni avec les expériences de Jordan, car des accouplements ont lieu fréquemment.

Toutefois, il existe nécessairement une reproduction parthénogénétique, car les femelles qui sont arrivées à l'état adulte après la disparition des mâles pondent, et ces œufs donnent des larves. D'ailleurs, le seul pourcentage des mâles nous indique l'existence de la parthénogénèse.

Cycle évolutif. — Relation entre les générations parthénogénétiques et la température.

Elevages. — A la température du laboratoire, le 20 avril 1928, nous mettons en élevage des nymphes sur les feuilles d'un *Ficus*, isolées par des sacs de cellophane. Le 29 avril, les nymphes se transforment en adultes et le 15 mai seulement nous observons trois larves ; à partir de cette date, les larves apparaissent à raison d'une par jour, et le 3 juin nous voyons une prénymphe qui se transforme en adulte le 9 du même mois.

Le 16 juillet, nous isolons des femelles adultes obtenues d'élevages par parthénogénèse et le 2 août les premières éclosions se produisent.

Parallèlement, nous reprenons l'élevage des femelles fécondées, toujours à la température du laboratoire : deux couples isolés le 11 juillet donnent des larves à la cadence d'une par jour, à partir du 3-4 août. Donc, la durée du cycle évolutif, qu'il s'agisse de femelles vierges ou de femelles fécondées, est toujours sensiblement constante pour une même époque de l'année. Au début de l'année, la durée du cycle évolutif est de 42 à 45 jours, tandis qu'elle est très abrégée pendant l'été et particulièrement à partir du mois de juin : 15 à 20 jours suffisent alors.

Elevages faits dans les serres.

1° *Serres à température basse.* — Dans des serres à la température relativement basse de 10°, nous avons mis en élevage :

a) Des nymphes récoltées dans les serres chaudes ;

b) Des femelles adultes appartenant à la quatrième génération, obtenue par parthénogénèse, à partir de nymphes isolées ;

c) Des couples.

Jusqu'à la fin de mars, nous n'avons observé aucune éclosion, qu'il s'agisse de femelles parthénogénétiques, de femelles sexuées ou de femelles adultes obtenues à partir des nymphes qui ont été isolées.

Les individus qui se trouvaient à l'état larvaire deviennent morphologiquement adultes, mais ils ne pondent pas. Nous avons admis comme

l'hypothèse la plus vraisemblable que sous l'influence d'une température basse, les phénomènes de maturation des œufs sont arrêtés et que la ponte ne peut alors se produire.

2° *Serres à température élevée*, 18 à 20°. — Le 10 mars 1929, nous avons isolé dix pupes sur un *Ficus*, dans des serres chauffées à 18-20° Les adultes commencent à paraître 10 à 15 jours après la dernière mue de ces nymphes. Parmi les femelles obtenues, trois ont disparu sans donner de larves, deux ont pondu un nombre d'œufs moins élevé que d'ordinaire, et, pour le reste, nous avons obtenu des générations normales. Les résultats de ces derniers élevages correspondent à l'évolution normale dans les serres : chaque mois, on voit apparaître une nouvelle génération.

Dans les serres à température basse, les insectes sont peu nombreux, ce qui s'explique par une plus longue durée du cycle évolutif.

Les femelles qui se reproduisent, les unes par parthénogénèse, les autres par sexualité, vivent côte à côte et les modifications que subit leur cycle évolutif du fait de la température, sont identiques.

Dans les serres chauffées, la durée du cycle évolutif est constante pendant toute l'année, tandis qu'elle varie selon la température, donc selon la saison, pour les femelles élevées en appartement.

A température basse, nous n'avons jamais obtenu de larves à partir des femelles parthénogénétiques ou des femelles sexuées. D'ailleurs, nous avons vu que, dans de telles conditions, l'évolution est arrêtée aussi bien pour les générations parthénogénétiques que pour les générations sexuelles.

Peut-on conclure à la présence de races différentes dans cette espèce ?

Nos élevages nous ont, en effet, montré l'existence bien distincte de femelles parthénogénétiques et de femelles sexuées. Les caractères morphologiques sont les mêmes pour ces deux catégories.

Expériences. — Pour voir si toutes les femelles s'accouplent, nous avons entrepris les expériences suivantes :

Expérience 1 : Des femelles adultes de la cinquième génération, obtenues par parthénogénèse à partir d'une nymphe isolée, ont été mises dans un tube avec des mâles. Aucune tentative d'accouplement n'a pu être observée pendant trois heures ; les mâles paraissent même ne pas remarquer la présence des femelles. Ces mâles ont été récoltés dans les serres une demi-heure avant de commencer l'expérience.

Expérience 2 : Les mêmes mâles que ci-dessus ont été transportés dans d'autres tubes où se trouvaient des femelles adultes récoltées dans les serres. Au début, ils s'agitèrent, puis ils s'accouplèrent plusieurs fois avec les mêmes femelles dans l'intervalle d'une heure.

Expérience 3 : Pendant la nuit, les mâles ont été isolés et le lendemain les expériences ont été reprises : ces mâles sont mis dans des tubes avec des femelles parthénogénétiques; ils courent d'abord en tous sens ; après quoi, passant auprès des femelles, ils ralentissent leur marche, s'arrêtent, repartent de nouveau et recommencent plusieurs fois le même manège ; puis, frappant les femelles de leurs antennes, ils font plusieurs tentatives d'accouplement, mais sans aucun résultat.

Il nous semble que l'on peut conclure des élevages et des expériences, à la présence de deux races bien distinctes, l'une parthénogénétique, et l'autre sexuée.

Toutefois, le fait d'avoir obtenu, le 10 mars 1929, par élevage dans les serres chaudes, des pontes moins nombreuses des deux catégories de femelles, nous porte à croire à la possibilité de l'existence d'une troisième race parthénogénétique et sexuée faisant le passage entre les deux formes pures.

b) *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché.

Cycle évolutif. — Parthénogénèse constante et exclusive.

Heliothrips haemorrhoidalis Bouché a été observé pour la première fois en Europe par Bouché, qui donna sa description en 1883. D'après cet auteur, ainsi que d'après Russell, il a été introduit de l'Amérique tropicale. Dans tous les pays tempérés et froids, cette espèce vit seulement dans les serres, tandis que, dans les pays chauds, elle vit également en plein air. Cette espèce est une des plus communes dans les serres ; elle a attiré l'attention de tous les biologistes qui se sont occupés des Thysanoptères d'abord par son abondance et ensuite par les dégâts considérables qu'elle commet sur les plantes de serres chaudes, notamment sur le Croton, le *Ficus* et le *Kentia*.

Uzel, Hinds et Knechtel signalent cette espèce comme n'ayant pas de mâles connus. Buffa a publié des observations très intéressantes sur *Heliothrips* : il a pu l'élever pendant vingt-trois mois sans obtenir de mâles. Plus récemment, Poméyrol, étudiant le même Thysanoptère, a fait des élevages et des pourcentages, mais sans obtenir de mâles.

Heeger signale des mâles, mais sans donner leur description.

En résumé, tous les auteurs qui ont étudié cette espèce paraissent n'avoir vu que des femelles.

Nous avons trouvé *Heliothrips haemorrhoidalis* dans différentes serres de la Ville de Paris et nous avons pu le récolter en très grand nombre. Nous avons entrepris des élevages de cette espèce dans les serres, à une température de 8 à 10°. Le 15 novembre 1928, nous avons isolé des pupes

sur des feuilles de *Ficus* ; nous n'avons pas observé d'éclosions avant la seconde quinzaine de mars ; les nymphes se sont bien transformées en femelles adultes, mais ces dernières n'ont pas pondu.

Dans les mêmes serres et toujours sur le *Ficus*, nous avons eu l'occasion de constater la présence de quelques individus de cette espèce, mais en très petit nombre et ne donnant pas de larves pendant l'hiver.

Par contre, nous avons trouvé des *Heliothrips* en abondance et à tous les stades dans les serres chauffées. On peut voir, notamment à l'envers des feuilles de certaines variétés de Croton — particulièrement de Crotons à feuilles rouges — de très fortes colonies composées de larves au premier et au deuxième stades, de prénymphes, de nymphes et d'adultes.

Reprenant nos élevages dans des serres à une température de 18-20°, nous constatons que des nymphes mises en élevage le 15 mars 1928 deviennent adultes deux ou trois jours après et que les premières éclosions de larves se produisent le 23 du même mois et se succèdent à raison d'une par jour. Le 3 avril, nous observons les premiers adultes.

Donc, le cycle évolutif de cette espèce dans les serres chaudes dure de 17 à 18 jours et les générations chevauchent, les femelles continuant à pondre à côté d'adultes issus de leurs premiers œufs.

A une température constante correspond toujours une même durée du cycle évolutif ; si la température baisse, le cycle de l'espèce est interrompu et il repart de nouveau si les conditions de température deviennent plus favorables.

Nous n'avons jamais observé de mâles, ni dans nos élevages, ni dans les serres. Nous admettrons donc, avec Uzel, Hinds, Knechtel, Buffa et, plus récemment, avec M. Pomeyrol, que cette espèce se reproduit par parthénogénèse télytoque constante.

2° Thysanoptères vivant en plein air.

a) *Aptinothrips rufus* Gmelin.

Sexualité et parthénogénèse. — Cycle évolutif et nombre des générations.

Uzel et Hinds, travaillant l'un en Hongrie, l'autre en Amérique, n'ont trouvé que des femelles parmi les individus récoltés. Par contre, Priesner en Allemagne et Knechtel en Roumanie donnent la description des mâles.

Dans la région de Saint-Genis-Laval (Rhône), les insectes se trouvent à l'état adulte au commencement du mois d'avril dans le gazon, sur les Graminées sauvages et sur le Blé. Dans la région de Fontainebleau, vers le 15 mars 1930, nous avons eu l'occasion de trouver dans le gazon des *Aptinothrips* adultes et des larves à la fin du mois. Ainsi nous avons constaté

que les adultes trouvés à Saint-Genis-Laval au commencement d'avril étaient, non pas des femelles hivernantes elles-mêmes, mais bien des adultes issus des œufs de ces dernières femelles.

Parmi quelques milliers d'*Aptinothrips* récoltés le 24 avril, nous avons remarqué deux mâles : mis dans un tube avec plusieurs femelles, ils s'accouplent.

Continuant nos observations pendant plusieurs mois, nous avons trouvé un seul mâle sur plus de trois mille femelles récoltées et de toute l'année nous n'en avons pas retrouvé d'autres.

On peut élever très facilement ces Thrips sur de jeunes plantules de Blé isolées dans des manchons de verre percés de quatre fenêtres. Ainsi, sur chaque plantule, nous mettons une larve au premier stade ; 15 jours après, elles se transforment en adultes et 27 à 29 jours plus tard nous avons constaté la présence de larves très nombreuses à différents stades et même d'un adulte qui venait de muer.

Le cycle évolutif complet varie de 25 à 27 jours et cette durée est abrégée si la température est plus élevée. Les élevages ont été poursuivis pendant toute l'année et nous avons toujours obtenu des larves à partir des femelles vierges isolées. Après leur transformation en adultes, quelques femelles ont disparu sans pondre.

Il y a pour cette espèce sept à huit générations par an. Les individus qui ont donné naissance à une génération continuent à pondre à côté de la nouvelle, de sorte que l'on ne peut distinguer nettement l'apparition et la disparition des générations. Les individus que nous récoltons appartiennent donc toujours à plusieurs générations.

Les adultes qui apparaissent dans la dernière quinzaine de novembre sont ceux qui vont hiverner dans le sol et surtout dans les parties basses des gaînes foliaires en voie de dessication. L'époque à laquelle les insectes descendent dans le sol pour hiverner varie selon la température.

A la fin de décembre, dans la région de Fontainebleau, par une journée chaude, nous avons remarqué quelques *Aptinothrips* remontés sur les feuilles de gazon encore vertes.

Races. — Pour cette espèce, nous avons conclu à la présence d'une race parthénogénétique pure, donc à une parthénogénèse télytoque constante.

Dans nos élevages, la disparition de quelques femelles sans donner de larves, ainsi que la présence d'un très petit nombre de mâles s'accouplant, nous conduisent à penser que l'on a affaire à une deuxième race sexuée qui est en voie de disparaître dans la région de Saint-Genis-Laval.

b) *Taeniothrips inconsequens* Uzel.

Cycle évolutif. — Parthénogénèse prédominante.

Cette espèce, vivant sur le Cerisier, le Poirier et d'autres arbres de la famille des Rosacées, attira notre attention par son abondance, à Saint-Genis-Laval (Rhône), où nous avons pu faire des observations pendant toute la belle saison de l'année 1929.

Taeniothrips inconsequens a été particulièrement étudié en Amérique, où il cause de grands ravages sur les arbres fruitiers ; en Europe, les dégâts de cette espèce n'ont pas encore été signalés par les auteurs qui ont étudié les Thysanoptères : Vuillet en France, Knechtel en Roumanie, par exemple Peut-être ici certaines conditions manquent-elles pour permettre à l'insecte de pulluler au point de rendre ses dégâts appréciables.

Uzel signale cette espèce parmi celles à mâles inconnus. Le premier mâle a été trouvé en Angleterre par W. L. Collinge en 1909, dans le district d'Evesham. L'échantillon fut envoyé à Bagnall, qui donna sa description. Dans l'ouvrage de Priesner, le *Taeniothrips inconsequens* disparaît aussi sur la liste des espèces à mâles inconnus.

En Amérique, les mâles n'ont pas été observés et ainsi Foerster. Multon et Jones n'ont vu que des femelles. En 1918, A. L. Cameron et R. C. Treherne font des observations très intéressantes sur le Thrips du Poirier ; à leur connaissance, en Amérique, on n'a trouvé, jusqu'à cette date, que des femelles et la reproduction se fait par parthénogénèse.

A Saint-Genis-Laval, on trouve seulement des femelles en grand nombre. Nos observations sur leur cycle évolutif concordent avec celles des différents auteurs : il existe une seule génération par an ; les adultes sortent du sol, où ils ont passé l'hiver, dans la deuxième quinzaine de mars, puis ils se tiennent abrités dans les fleurs et disparaissent en mai, tandis que les larves issues de ces adultes descendent en terre dans le courant du mois de juin.

c) *Limothrips denticornis* Haliday.

Polyphagie.

Limothrips denticornis Haliday a été signalé comme s'attaquant aux Graminées ; sur le Seigle, notamment, les dégâts paraissent particulièrement graves. Pourtant, quelques auteurs ont signalé cette espèce sur des plantes de serre et sur le Tabac.

Beling, en 1872, observe *Limothrips denticornis* dans les épis de Seigle, de Blé et d'Orge. Lindeman, en 1886, trouve cette espèce, en Russie, sur les Graminées. De même, Von der Goltz (1889), Frank (1896) et

Schoyen (1900), signalent cette espèce comme nuisible aux céréales ; J. Uzel, en 1895, constate pendant toute l'année la présence de femelles dans le gazon, sur les Graminées et dans les fleurs de différentes plantes.

E. Reuter en Finlande (1900 et 1901) trouve ce Thrips sur les Graminées, notamment sur le Blé, le Seigle et l'Orge.

Preissecker (1903), Knechtel (1910) et Scerbacoff (1913) ont signalé cette espèce sur le Tabac, principalement sur les jeunes plantules (Knechtel). D'après Frank, *Limothrips denticornis* serait également un insecte nuisible aux plantes de serres.

Kurdjmov étudie en Russie la biologie de cet insecte ; il observe la première génération sur le Seigle, tandis que, pour lui, la seconde se produirait après migration sur *Phleum pratense* L., *Alopecurus pratensis* L. et sur l'orge.

H. Priesner, en 1914, signale la présence des femelles pendant toute l'année sur le gazon et sur les Graminées, tandis que les mâles, qui sont en petit nombre, se trouvent seulement pendant l'été et sur les Graminées.

Znamensky, en Russie, fait des observations qui concordent avec celles de Kurdjumov : une première génération sur le Seigle et la seconde sur diverses Graminées, notamment sur le Seigle et dans le gazon.

Fin avril 1929, dans la région de Saint-Genis-Laval (Rhône), nous avons constaté la présence des femelles adultes de *Limothrips denticornis* dans les gaînes foliaires de *Alopecurus pratensis* ; plus tard, ont paru des larves et des adultes de la deuxième génération : pendant toute l'année, nous avons observé ce *Limothrips* dans les gaînes foliaires de cette Graminée.

Nous avons trouvé, de même, des individus appartenant à cette espèce dans une petite pièce de Blé cultivé en vue d'expériences et qui n'avait pas été moissonné. On observe pendant toute l'année des mâles, des femelles et des colonies de larves. Ce dernier lot de Blé se trouvait à quelques dizaines de mètres des *Alopecurus* infestés.

Dans les champs de céréales, nous avons observé que *Limothrips* se trouve aussi bien dans les gaînes foliaires de Blé que dans les gaînes foliaires de Seigle.

Après la moisson, les femelles passent sur les tiges qui ont été épargnées par suite d'un retard quelconque dans le développement et sur des Graminées sauvages qui se trouvent au voisinage des champs moissonnés. *Hordeum murinum*, *Phleum pratense*, *Alopecurus pratensis*, etc...

En 1930, dans la région de Fontainebleau, dès le début d'avril, nous avons récolté des *Limothrips* femelles adultes dans le gazon et, le 15 du même mois, nous constations que les insectes étaient en grand nombre sur le Blé et moins nombreux dans le gazon. Dans les premiers jours de mai, on trouve des femelles adultes dans les gaînes foliaires et, vers le 7 mai, on voit apparaître des larves.

De toutes ces observations, nous avons tiré les conclusions suivantes :

1° Les plantes sur lesquelles vivent les femelles hivernantes de *Limothrips* peuvent être des Graminées quelconques, sauvages ou cultivées.

2° Seulement lorsqu'elles arrivent à l'état de maturation sexuelle, vers l'époque de la ponte, fin avril, début de mai, les femelles recherchent des Graminées qui ont un tube formé par une gaîne foliaire bien développée, le Blé, le Seigle, *Alopecurus*, *Phleum*, etc...

3° Les femelles peuvent quitter les tiges sur lesquelles elles ont déjà pondu pour d'autres plantes de la même espèce ou d'une espèce différente.

4° Il n'y a pas de migrations régulières caractéristiques sur des plantes différentes : les femelles émigrent pour pondre sur de nouveaux pieds et elles s'établissent ainsi, soit sur la même espèce, soit sur une autre se trouvant dans le voisinage.

Cycle évolutif et nombre annuel des générations. — Accouplement précoce.

Pour organiser une lutte méthodique contre *Limothrips denticornis* Haliday, qui est une espèce très nuisible aux céréales, les entomologistes ont cherché à étudier son évolution et c'est principalement en Russie que les observations les plus intéressantes ont été faites.

Plusieurs auteurs, et en différents pays, ont signalé *Limothrips denticornis* comme espèce nuisible.

Knechtel, dans son travail sur la faune des Thysanoptères de Roumanie, donne la description des mâles d'après Uzel, car lui n'a pu trouver que des femelles.

Priesner remarque que les mâles n'existent que pendant l'été, tandis qu'il est possible de trouver des femelles toute l'année. Uzel fait des observations identiques. Dans leurs travaux sur les insectes nuisibles aux céréales, Kurdjumov et Znamensky ont fait des observations plus intéressantes sur l'évolution de cette espèce.

Kurdjumov a observé deux générations : la première au début de l'année sur le Seigle et la seconde sur *Alopecurus pratensis*, sur *Phleum pratense* et sur l'Orge.

D'après Znamensky, l'apparition des femelles adultes et leur répartition dans les champs se produisent une semaine ou deux avant la formation des épis, c'est-à-dire vers la fin d'avril ou le début de mai. Les femelles rentrent dans les tubes formés par les gaînes foliaires et pondent à la surface interne des gaînes. Dans la première moitié de juin, à Poltava, les larves se transforment en prénymphes, puis en nymphes ; les femelles adultes provenant de ces pupes s'accoupleraient avec les mâles aptères qui restent dans la gaîne, tandis que les femelles s'envolent pour donner naissance à une deuxième génération.

Comme nous l'avons déjà indiqué, nous avons trouvé des insectes adultes et uniquement des femelles au commencement d'avril, dans le gazon, et c'est seulement dans les derniers jours d'avril que se produit la pénétration dans les gaînes foliaires d'*Alopecurus*, de *Phleum*, de Blé, etc...

Du 7 au 10 mai, on voit apparaître des larves ; on trouve alors constamment des colonies de dix, quinze et même vingt larves au premier et au deuxième stade.

Du 20 mai à la fin du mois, on trouve dans les gaînes foliaires des colonies de vingt à vingt-deux individus. Ces colonies sont constituées par des prénymphes, des nymphes et des mâles adultes aptères : leur proportion relative est toujours à peu près constante pour toutes les colonies : il y a trois ou quatre mâles par gaîne.

Nous avons observé des accouplements entre les nymphes et les mâles adultes.

Au laboratoire, nous avons fait plusieurs expériences :

Expérience 1 : Dans des tubes de verre, nous introduisons des mâles adultes et des nymphes. Les mâles s'agitent et cherchent immédiatement à s'accoupler avec les nymphes femelles qui, par des mouvements flexueux de leur abdomen, montrent qu'elles subissent aussi l'attraction sexuelle.

Sous le binoculaire, nous avons pu voir plusieurs fois des accouplements se produire entre ces individus.

Expérience 2 : Des mâles adultes et des femelles morphologiquement adultes sont mis dans des tubes. Les mâles sont indifférents et pendant plusieurs heures aucune tentative d'accouplement ne peut être observée.

Expérience 3 : Nous séparons les mâles pendant une nuit et, le lendemain, nous recommençons ces expériences en mettant dans le même tube des mâles et des femelles morphologiquement adultes. Il n'y a pas d'accouplement. Nous introduisons alors quelques nymphes et, à partir de ce moment, les mâles commencent à s'agiter et cherchent à s'accoupler avec ces dernières.

Pour voir si ces accouplements sont véritables, nous avons entrepris une série de recherches cytologiques.

Les mâles ont fait d'abord l'objet de cette étude. Nous avons fixé les individus avec différents fixateurs, à base de sublimé, d'acide osmique, d'acide picrique, le Carnoy, etc... Employés à froid, tous ces fixateurs ne nous ont pas donné de bons résultats, même en prolongeant la durée de la fixation : en effet, la pénétration de ces liquides est mauvaise, car les testicules et les canaux déférents sont entourés d'une gaîne très épaisse.

Les meilleurs résultats ont été obtenus en fixant par le Gilson-Petrunkewitch bouillant ou par le Duboscq-Brasil. Nous avons pu voir sur toutes

les préparations obtenues des pièces ainsi fixées que les mâles sont sexuellement et morphologiquement adultes. Les testicules, les canaux déférents et le canal éjaculateur sont complètement remplis de spermatozoïdes adultes en filaments avec la tête un peu dilatée. Dans tous les mâles qui ont été fixés à ce stade, nous n'avons jamais trouvé ni de spermatocytes, ni même de spermatides, mais seulement des spermatozoïdes morphologiquement adultes.

D'autre part, pour voir si les femelles issues des prénymphes qui se sont accouplées ont dans leur spermathèque des spermatozoïdes, nous avons fixé une autre série de pièces. Plusieurs prénymphes ont été mises dans un tube avec des mâles adultes. Avant que les prénymphes soient arrivées à l'état adulte, donc avant la dernière mue, nous les séparons; quelques jours après toutes ces femelles sont morphologiquement adultes et c'est à ce moment que nous les fixons.

Dans la spermathèque, nous avons observé un grand nombre de spermatozoïdes ; dans les gaînes ovariques, on peut voir de très jeunes ovocytes, donc ces femelles ne sont pas sexuellement adultes.

D'ailleurs, toutes les femelles hivernantes ont la spermathèque remplie de spermatozoïdes et nous n'avons jamais vu d'accouplements entre les femelles morphologiquement adultes et les mâles, ni dans nos expériences au laboratoire, ni pendant nos observations dans les champs.

De nos expériences et de l'étude cytologique que nous avons faite. nous pouvons conclure, pour cette espèce, à l'existence d'accouplements précoces entre les mâles morphologiquement et sexuellement adultes et les prénymphes femelles. Sexuellement. ces nymphes ne sont pas arrivées à l'état adulte et, de plus, les femelles qui résulteront de la transformation de ces nymphes ne seront que bien plus tard à maturité sexuelle.

Seules, les prénymphes paraissent provoquer l'attrait sexuel chez les mâles.

Dans chaque colonie, tous les mâles arrivent à peu près en même temps à maturité sexuelle ; les femelles sont alors le plus souvent à l'état de prénymphe ou au deuxième stade larvaire. Au moment de l'éclosion des femelles adultes, les mâles commencent à disparaître ; ainsi la date de leur disparition est entre le 5 et le 10 juin. Dans les colonies de larves et de mâles adultes, on ne retrouve plus les femelles qui leur ont donné naissance.

Nous avons mis en élevage, sur des plantules de Blé isolées par des manchons de verre, des femelles adultes et des larves qui ne se sont pas accouplées, et nous n'avons pas obtenu de larves jusqu'à la fin du mois d'octobre.

Continuant nos observations dans les champs, nous avons trouvé à la fin de juin sur du Blé — dans le jardin du laboratoire et dans d'autres cultures — des colonies identiques à celles que nous avions observées le

20 mai sur *Alopecurus*. D'ailleurs, de nouvelles colonies apparaissent également sur *Alopecurus*

Le nombre des individus de chaque groupe paraît alors diminuer quelque peu et cette diminution porte surtout sur les femelles. Quant aux mâles, on en trouve toujours trois, quatre ou même cinq dans chaque gaîne foliaire.

Ensuite, on peut observer une troisième série de colonies le 22 juillet et une quatrième à la fin d'août.

Comment, alors, expliquer les résultats de nos élevages?

Les pots qui servent de substratum aux plantules de Blé sont maintenus constamment dehors et l'évaporation est assez normale dans les tubes de verre à quatre fenêtres garnies de toile qui entourent les plantules.

Le seul fait qui peut influencer les élevages, c'est d'utiliser des plantules qui n'ont pas une gaîne foliaire développée, ce qui peut entraver la ponte des femelles.

Ou plutôt devons-nous penser que nous n'avons pas obtenu de larves parce que nous avions mis en élevage uniquement des femelles écloses à la fin de juin, ces femelles ne pondant que l'année suivante ?

Les recherches cytologiques nous permettent d'affirmer que, pendant les mois de juin, juillet et août, le nombre des femelles qui sont sexuellement mûres et, par conséquent, qui pondent, est très petit : la majorité de ces femelles ont seulement des ovocytes très jeunes dans leurs gaînes ovariques et ce fait nous a d'ailleurs rendu difficile, pour cette espèce, l'étude de l'évolution de l'élément nucléolaire.

A la suite de ces observations, nous pensons qu'il n'y a qu'une seule génération par an. Les femelles hivernent dans le sol à l'état adulte ; elles en sortent en avril et pondent après avoir pénétré dans les gaînes foliaires de différentes Graminées. Quelques jours après, on remarque des larves, puis des colonies dont la description a déjà été donnée. Les adultes issus de ces larves ne pondent pas ; ils restent sur les feuilles, puis, quelque temps après, descendent en terre, où ils attendent l'année suivante pour réapparaître.

Les femelles qui ont formé ces colonies quittent les gaînes foliaires pour d'autres qui n'ont pas encore été infestées, afin d'assurer une meilleure nourriture aux larves qui vont éclore des nouveaux œufs déposés.

C'est ainsi que l'on peut constater une nouvelle apparition de larves à la fin de juillet, et la même explication est valable pour les larves qui vont éclore en août.

Donc, les femelles qui se montrent au printemps déposent des œufs pendant tout l'été; les périodes de ponte correspondent au début de mai, de juin, de juillet et d'août. On voit apparaître quatre séries de femelles

morphologiquement adultes, femelles qui n'arriveront à maturité sexuelle qu'à la fin d'avril ou au début de mai de l'année suivante.

Possibilité de l'existence d'une reproduction par parthénogénèse arrhénotoque, type hyménoptère.

Pour expliquer ce fait de voir arriver les mâles à l'état morphologiquement adulte avant les femelles, deux hypothèses sont possibles : ou bien les mâles ont une évolution larvaire plus rapide, ou bien ils naissent des premiers œufs pondus par les femelles.

La dernière hypothèse nous paraît la plus vraisemblable pour les raisons suivantes :

1° Tous les mâles apparaissent à peu près en même temps, donc les pontes qui leur ont donné naissance n'ont pas été interrompues par des pontes donnant des femelles.

2° Dans les gaînes foliaires où les femelles ont été prises pour l'étude cytologique, nous trouvons seulement trois, quatre ou cinq mâles, par conséquent les femelles n'ont eu le temps de déposer que quelques œufs qui ont donné des mâles.

Ces faits nous portent à croire à une parthénogénèse arrhénotoque, type hyménoptère ; mais nous signalons cela seulement sans donner de précisions, nos élevages de larves non fécondées, de même que ceux de femelles adultes, ne nous ayant pas donné d'éclosions pendant tout l'été et jusqu'en novembre 1929 ; dans l'obligation où nous nous trouvions de rentrer à Paris pour continuer nos recherches, nous avons abandonné nos élevages dans la région de Saint-Genis-Laval, où les observations biologiques ci-dessus ont été faites.

C. — CONCLUSIONS

D'après les observations faites sur ces quelques espèces de Thysanoptères de l'ordre des *Terebrantia* vivant dans les serres et en plein air, nous sommes d'accord avec les auteurs pour conclure à la parthénogénèse dans cet ordre d'insectes : ce phénomène a été signalé notamment par Heeger (1852) Jordan, Hinds, Uzel, Schull, Russell, et, plus récemment, par Pomeyrol.

1° Pour *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché, nous avons constaté une parthénogénèse constante et même exclusive. Chez *Parthenothrips dracaenae* Heeger, nous avons observé deux modalités principales et concomitantes : une partie des femelles se reproduisent par parthénogénèse tély-

toque, l'autre par sexualité ; ces deux catégories de femelles présentent des caractères morphologiques identiques.

2° Toutefois, entre ces deux races distinctes, il existe une race parthénogénétique-sexuée, qui est une forme de passage.

3° Il n'y a pas apparition de mâles dans la descendance des femelles parthénogénétiques à basse température, comme Jordan l'avait signalé pour cette espèce.

4° Une parthénogénèse télytoque constante et une reproduction sexuée existent également chez *Aptinothrips rufus* Gmelin : le nombre des femelles sexuées paraît être très petit dans la région lyonnaise.

5° Dans la même région, pour *Taeniothrips inconsequens* Uzel, il n'existe que des femelles, donc une parthénogénèse télytoque constante. Cependant, nous classerons cette espèce parmi celles qui présentent une parthénogénèse constante prépondérante, puisque l'on a trouvé un mâle en Angleterre.

6° Dans le cycle évolutif de *Limothrips denticornis* Haliday, nous pensons à la possibilité d'une parthénogénèse type hyménoptère.

7° Pour les espèces qui comportent des mâles, la proportion de ceux-ci est à peu près constante pendant toute l'année. Toutefois, chez *Parthenothrips dracaenae* et *Limothrips denticornis*, on constate des variations mensuelles pendant toute la belle saison : pour la première espèce, les mâles apparaissent seulement pendant dix jours, et pour la seconde pendant six à huit jours à la fin de chaque mois. Il y a chaque mois une génération comportant le même nombre de mâles, mais ceux-ci disparaissent bientôt, tandis que les femelles vivent plus longtemps.

8° Pour toutes les espèces étudiées, il n'a pas été observé de parthénogénèse cyclique, comme chez les Pucerons, contrairement à l'opinion de Jordan pour *Parthenothrips dracaenae* et d'autres auteurs, parmi lesquels, récemment, Pomeyrol, qui, à la suite de ses recherches cytologiques sur *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché, avait cru pouvoir conclure à une telle parthénogénèse chez les Thysanoptères.

9° Dans les espèces étudiées, nous avons constaté seulement l'existence d'une parthénogénèse télytoque constante qui peut être exclusive chez *Heliothrips haemorroidalis* Bouché et prépondérante chez *Taeniothrips inconsequens* Uzel.

Chez *Parthenothrips dracaenae* et *Aptinothrips rufus* Gmelin, il y a également une parthénogénèse constante télytoque pour une partie des femelles, les autres se reproduisant par sexualité.

RECHERCHES CYTOLOGIQUES

et formation des chromosomes. Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire

A. — Historique.

L'évolution du complexe nucléolaire, l'origine et le rôle de cet élément. ont fait l'objet de remarques importantes par tous les auteurs s'occupant des phénomènes de maturation dans les cellules sexuelles.

Il existe sur cette question un très grand nombre de travaux ; nous ne donnerons ici que les idées les plus importantes émises par leurs auteurs, car une analyse complète et détaillée nous entraînerait trop loin.

Eimer étudie en 1872 l'œuf des Reptiles. Il voit dans la vésicule germinative d'un *Lacerta*, aux premiers stades, des nucléoles groupés appartenant à un seul type, tandis qu'ils sont de deux catégories dans les mêmes œufs à un stade plus avancé : à la périphérie se trouvent de grands nucléoles très nombreux et, dans le reste de la vésicule, de plus petits, qui sont même disposés en rangée autour des grands. Chez une *Testudo*, il distingue aussi deux types de nucléoles : les plus petits sont centraux et homogènes, tandis que les grands sont périphériques, en contact avec la membrane, et vacuolaires.

Les descriptions d'Eimer ont été confirmées par Ludwig en 1874 et par Max Braun en 1877.

Balfour, en 1878, étudie l'œuf des Elasmobranches et trouve, dans la vésicule germinative, deux stades au cours de l'évolution des nucléoles : parfois, ils sont vers la périphérie de la vésicule germinative, parfois ils sont groupés et situés d'un même côté de la vésicule. Cet auteur pense que les nucléoles sont formés de la même substance que le réseau.

O. Hertwig, en 1878, reconnaît au contraire, dans le noyau, deux substances différentes, une nommée par lui la nucléine et une autre la paranucléine, celle-ci constituant notamment la substance des nucléoles.

R. Hertwig considère les nucléoles comme le centre d'activité du noyau. Par contre, Brandt, en 1878, ayant constaté la présence de nucléoles à forme amiboïde, croit que la phase d'activité correspond à leur disparition.

Flemming, en 1882, donne le nom de chromatine à la substance qui se colore plus fortement dans le noyau. Il considère les nucléoles comme différents de la chromatine et nomme pseudo-nucléoles les petites granulations situées aux nœuds du réseau.

Carnoy, en 1884, décrit trois sortes de nucléoles : 1° les *nucléoles nucléiniens*, qui ont pour origine la chromatine ; 2° les *nucléoles noyaux* ; 3° les *nucléoles plasmatiques* sans chromatine. En 1885, il ajoute encore un autre type, les *nucléoles mixtes*, formés des nucléoles mélangés de la première et de la troisième catégories.

Will, en 1884, observe des migrations de nucléoles dans le cytoplasme, en quelque sorte par un processus de bourgeonnement de la vésicule germinative : de petits nucléoles se transforment ainsi, d'après cet auteur, en grains de vitellus, tandis que les grands nucléoles donnent les noyaux vitellins.

O. Schulze, en 1887, étudie les œufs de *Molge* (*Trito*) et de *Rana*. Il ne voit dans la vésicule germinative de l'œuf à un stade avancé que du suc nucléolaire et des nucléoles, mais pas de filaments chromatiques.

La migration des nucléoles est signalée aussi par Leydig en 1888 et dans la même année par Scharff pour l'œuf des Poissons osseux.

Ruckert, en 1892, étudie les transformations de la vésicule germinative des œufs de *Scyllium Pristiurus* et de *Torpedo*. Il trouve dans les œufs jeunes beaucoup de nucléoles très petits et situés à la périphérie. En même temps, dans la vésicule germinative, se trouvent des chromosomes : il en compte 28-30, disposés par *dyades* résultant sans doute d'une division longitudinale des chromosomes. Ensuite, les nucléoles deviennent de plus en plus grands et nombreux : ils se groupent dans la vésicule germinative vers le pôle germinal de l'œuf, puis une partie est expulsée et une autre se dissout dans le suc nucléaire. L'auteur conclut à la persistance du réseau chromatique pendant toute la phase d'accroissement de l'œuf et à l'indépendance des nucléoles du réseau chromatique.

Born, en 1892, admet, comme Ruckert, pour la vésicule germinative des Amphibiens, l'indépendance des nucléoles : d'après lui, ils ont comme origine le réseau chromatique de l'ovule primordial, dont ils dérivent directement, et non des chromosomes. En 1894, cet auteur, travaillant sur l'œuf de *Triton taeniatus*, confirme ses premiers résultats.

Jordan, en 1893, dit que les nucléoles forment des chromosomes par fragmentation, mais non par désagrégation. Les substances deutogénétiques formées dans la vésicule germinative résulteront peut-être de l'agencement des nucléoles et seront expulsées ensuite dans le vitellus.

Fick, en 1893, accorde aux nucléoles le rôle de réserves nutritives.

Cunningham, en 1895, étudiant l'œuf ovarien des Poissons osseux, n'admet pas, contrairement à Scharff (1888), l'expulsion des nucléoles de la vésicule germinative dans le vitellus.

Haeckér (1893-1895) compare la maturation des œufs de Copépodes à celle des œufs de Triton et il trouve que la substance nucléolaire est une substance de déchet, un résidu de la chromatine qui est expulsé dans le vitellus. D'après cet auteur, dans les œufs riches en vitellus qui ont une

segmentation discoïdale ou superficielle (c'est le cas de beaucoup d'insectes), on observe de nombreux nucléoles, tandis que, dans les œufs pauvres en vitellus, on constate la présence d'un seul et grand nucléole.

Henneguy, dans son travail intitulé : « Leçons sur la cellule », paru en 1896, conclut à la présence du réseau chromatique dans la vésicule germinative pendant toutes les modifications qu'elle subit à la phase d'accroissement et aussi à l'identité des nucléoles des œufs riches en vitellus avec de vrais nucléoles, à cause de leur affinité pour différents colorants : la safranine, le violet de gentiane, la fuchsine, etc..., et à cause de leur expulsion dans le vitellus.

Carnoy et Lebrun, en 1898, étudient la vésicule germinative chez les Batraciens Le boyau nucléinien est typique et apparaît de bonne heure dans les ovocytes ; à ses dépens, se forment les premiers nucléoles, les nucléoles primaires, qui passent par une phase de résolution, donnant alors des figures très variées. Une partie de ces nucléoles formeront les nucléoles secondaires. Donc, le boyau est une forme de passage ; après la résolution en masse, il ne reste dans la vésicule que des nucléoles primaires et secondaires : à partir de cette époque, dit l'auteur, l'élément nucléinien se confond avec les nucléoles et toutes les figures du noyau, jusqu'à la cinèse de maturation, sont d'origine nucléolaire.

Les nucléoles secondaires subissent une nouvelle résolution ; quelques-uns persistent pour donner la troisième génération de nucléoles qui subiront à leur tour une résolution et dont une partie va donner les chromosomes. L'auteur conclut à la présence de deux sortes de nucléoles : nucléiniens et plasmatiques. Les premiers rempliraient les fonctions de véritables nucléoles et les seconds auraient pour rôle de mettre en mouvement le cytoplasme et le caryoplasme. Le rôle des nucléoles de Batracien est double : ils remplissent la fonction de réserves nutritives et, en même temps, ils fournissent l'élément nucléinien typique, les chromosomes aux cinèses polaires.

En 1898, Montgomery étudie l'œuf de quelques Invertébrés. Les nucléoles, d'après lui, ne tirent aucune substance de la chromatine et même ils ont une origine extra-nucléaire : c'est une substance semblable au vitellus, qui passe du cytoplasme dans le noyau et prend là la forme de nucléole. Montgomery tire ces conclusions à cause de la propriété qu'ont ces nucléoles de se colorer comme le vitellus et aussi parce qu'ils se trouvent à la périphérie du noyau.

En 1898, Hertwig, également, dit que les nucléoles proviennent d'une transformation progressive de la chromatine et qu'ils servent à la formation des chromosomes.

Bohning (1898) fait des recherches sur la vésicule germinative des Némertiens. Ses observations sur les nucléoles rappellent les résolutions nucléolaires décrites par Carnoy et Lebrun pour les Batraciens ; il voit dans

les nucléoles plusieurs substances diversement colorables dont une comme la chromatine. Pour cet auteur, la résolution des nucléoles après formation de la substance de secrétion a pour but de régénérer la substance chromatique : les nucléoles sont, d'après lui, des matériaux de réserve pour la chromatine.

Cunningham, dans un nouveau travail sur les Poissons osseux, décrit des chromosomes plumeux et des nucléoles périphériques, qui se rapprochent peu à peu du centre des chromosomes. Il pose, sans y répondre, la question de savoir si ce sont des réserves nutritives ou s'ils se transforment en chromosomes.

Dans le mémoire de Schmidt (1898), nous trouvons une étude sur l'ovaire des Sélaciens. L'expulsion, par bourgeonnement, des nucléoles de la vésicule germinative dans le vitellus est décrite.

W. Fulton pour les Poissons osseux, comme Cunningham, voit la formation des nucléoles aux dépens de la chromatine et ensuite leur transformation en granules de chromatine. Les nucléoles, d'après Fulton, sont probablement dans la vésicule germinative le centre du métabolisme pour la croissance de l'œuf.

En 1900, M. Bouin étudie les œufs de Batraciens; pour la vésicule germinative de *Rana temporaria* et en ce qui concerne les nucléoles, il confirme les idées de Carnoy et Lebrun, mais pour les nucléoles nucléiniens il pense qu'une seule substance concourt à la formation de ces nucléoles aux dépens du boyau nucléinien ; ils prendront naissance dans la partie basophile du boyau chromatique. Les nucléoles vrais, d'après lui nucléoles plasmatiques, proviennent de la disparition du réseau acidophile.

Kohlbrugge (1901), étudiant le développement de l'œuf chez les Reptiles, voit une expulsion en masse des nucléoles de la vésicule germinative de *Mahnia fasciata*.

En 1902, Lubosch, travaillant sur un Triton, arrive aux résultats suivants : les nucléoles tirent leur origine de la charpente du noyau et les chromosomes proviennent directement des nucléoles. Le réseau nucléaire ne disparaît pas complètement et il ne voit pas d'expulsion de nucléoles dans le cytoplasme.

Bergmann, en 1902, signale la présence de nucléoles vacuolaires dans la vésicule germinative de *Sepiola Rondeletti* et de *Eledone moschata*.

En 1903, Rhode, dans son travail sur la structure de la cellule, distingue dans le noyau deux sortes de corps : des nucléoles et des corps nucléiniens ; ces derniers sont riches en phosphore dans les cellules jeunes et deviennent moins riches dans les cellules âgées et dans les ovules : ils sont à l'état de microsomes et de macrosomes. Les nucléoles peuvent ou non avoir de la nucléine et, quand ils renferment cette substance, ils peuvent être plus ou moins riches en phosphore. Les nucléoles nucléiniens proviennent soit de

macro, soit de microsomes. Il décrit également la transformation des nucléoles en chromosomes barbelés.

Harper (1904) considère le nucléole de la vésicule germinative de Pigeon comme formé par l'agrégation des nœuds du réseau et dit avoir vu le déroulement d'un nucléole pour former un filament chromatique.

Schmidt (1904), étudiant l'œuf de Protée, conclut à la disparition du réseau chromatique dans la vésicule germinative et à sa transformation en deux substances, l'une qui remplit tout le noyau sous la forme de petites granulations — l'oxychromatine — l'autre qui constitue les nucléoles — la basichromatine.

Lubosch (1904), dans un travail sur la morphologie de l'œuf de Lamproie décrit la structure du nucléole et de la vésicule germinative. Il voit aussi deux substances dans le noyau : l'une, la basichromatine, donnerait, des petits corpuscules périphériques ; l'autre, l'oxychromatine, qui serait la substance nucléaire d'Hertwig, formerait le contenu des vacuoles nucléolaires, quelques corpuscules périphériques, et serait en outre répandue dans toute la vésicule germinative sous la forme de très petites granulations.

Cerruti a observé, en 1905, dans la vésicule germinative de quelques Vertébrés les résolutions nucléolaires décrites par Carnoy et Lebrun. Il a vu un phénomène de résolution qu'il appelle le *poliabema,* dans lequel un nucléole nucléinien donne naissance à un filament granuleux et celui-ci, à son tour, à des anses chromatiques divergeant d'un pôle central ; les anses se séparent ensuite pour donner des filaments chromatiques libres ; il conclut donc à la transformation directe des nucléoles en chromosomes.

Marie Loyez (1905-1906) publie un important travail sur l'évolution des œufs riches en vitellus. Elle suit le développement de la vésicule germinative dans laquelle elle observe un réseau chromatique qui se maintient pendant toutes les transformations subies par la vésicule germinative. Les nucléoles en grand nombre constituent l'appareil nucléolaire qui évolue constamment. Plusieurs générations de nucléoles apparaissent, dont chacune est suivie d'une résolution. L'auteur n'admet pas les données de Carnoy et Lebrun, qui ont été confirmées par Cerruti pour les Vertébrés.

La formation des nucléoles à partir des chromosomes est possible, dit l'auteur, car tous les filaments chromatiques forment des granulations qui se détachent ensuite ; mais, dès le début, ces granulations présentent des réactions différentes vis-à-vis de certains colorants. Les nucléoles s'accroissent, se multiplient et s'adaptent à une autre fonction, peut-être nutritive. Les nucléoles paraissent être le résultat d'une transformation de la chromatine qui éliminerait ainsi une substance spéciale. Un certain nombre de ces nucléoles peuvent être considérés comme des déchets résultant de l'épuration de la chromatine, mais il n'est pas douteux qu'ils jouent un rôle actif

dans la vie de l'ovule. En tous cas, d'après M. Loyez, il n'y a pas transformation des nucléoles en chromosomes : ces deux substances coexistent à tous les stades : pendant qu'une série de nucléoles est en voie de disparaître, une autre se forme. L'auteur conclut que les chromosomes et les nucléoles sont des éléments différents. Dans les vésicules germinatives jeunes le passage des éléments de celles-ci dans le cytoplasme est possible, tandis que plus tard les échanges se font seulement par osmose.

D'après Caroline Mc. Gill (1907), dans les vésicules germinatives de *Plathemis lydia*, le nucléole est en partie basophile et en partie oxyphile : d'après cet auteur, seul le nucléole oxyphile aurait le pouvoir de se multiplier.

Chez *Anax junius*, il y a aussi des nucléoles doubles, dont la partie basophile proviendrait de la chromatine et serait un centre d'activité métabolique, grossissant à la télophase lorsque les chromosomes se dissolvent.

Janssens et Joseph Willems, en 1908, étudiant la spermatogénèse dans *Alytes obstetricans*, divisent les nucléoles en trois catégories : 1° des chromoplastes qui sont des nucléoles prenant leur origine dans les chromosomes. L'auteur cite comme exemples les chromoplastes de *Batracoseps*, matière nucléinienne de l'intérieur des chromosomes ; leurs dimensions sont variables et ils apparaissent aux points d'entrecroisement des chromosomes au moment de leur épaississement ou prophase ; 2° des nucléoles vrais, dont l'origine est indépendante des chromosomes. Il les divise en deux catégories : *a*) les *nucléoles plastiniens* ou acidophiles, qui ne renferment que de la platine basique : *b*) les *nucléoles mixtes*, qui renferment de la nucléine acide et de la plastine basique et se divisent eux-mêmes en deux séries ; 3° des nucléoles *chromosomo-plastiniens*, qui dérivent en partie des chromosomes et en partie du protoplasma. Le type de cette sorte de chromosomes serait le « plasmosome » des cellules nerveuses de Havet et le nucléole de *Spirogyra* décrit par Bergus.

Fraser et Snell ont montré en 1911 que le nucléole fournit le matériel colorable, nécessaire au double filament chromatique.

Saëdeleer (1913), dans son étude sur l'ovogénèse d'*Ascaris megalocephala bivalens*, constate toujours la présence de nucléoles dans la vésicule germinative. Ces nucléoles sont de tailles différentes et leur degré de chromaticité est variable ; la forme la plus caractéristique est celle d'anneau, que l'auteur dit être une étape normale dans l'évolution de tous les nucléoles.

Schurhoff, en 1917, étudie le noyau des Liliacées. D'après lui, le nucléole est constitué de matières de réserve pour la substance colorable des chromosomes.

Les chromosomes apparaissent à la prophase sous la forme de filaments

et, comme les nucléoles, ils existent même quand ils ne prennent plus les colorants pendant toute la phase de grand accroissement de l'ovocyte.

Van B. de Baehr (1920), dans son étude sur l'ovogénèse et la spermatogénèse de *Saccocirrus major*, dit qu'entre le stade pachytène et le moment de la formation de la plaque équatoriale, on voit les anses pachytènes se colorer de moins en moins et à la fin disparaître : au contraire, le nucléole, dans le même temps, devient de plus en plus visible, s'accroît et lorsque les dyades commencent à se former, le nucléole se vacuolise et est en voie de disparaître.

De Litardière (1921) croit que les nucléoles proviennent tout au moins en partie, des chromosomes et qu'ils représentent une substance destinée à rigidifier les chromosomes.

Kovalsky, en 1924, étudiant les phénomènes d'ana et de catachromase dans les autosomes et dans l'hétéro-chromosome des cinèses spermatogoniales de deux Orthoptères, dit qu'à la télophase la matière chromatique ne passe pas dans les éléments nucléolaires et qu'à la prophase la substance du nucléole ne concourt pas à la reconstitution des chromosomes.

Van Camp G. M., en 1924, étudiant les caryocinèses somatiques de *Clivia minuta*, voit à l'interphase, dans le noyau des cellules du méristème deux substances : la première, acidophile et sidérophile, constitue les nucléoles, et la seconde, basophile et sidérophile, forme la chromatine. A la prophase, les cordons chromatiques se mettent en liaison avec les prolongements des nucléoles et, au fur et à mesure que les chromosomes grossissent et ont une sidérophilité plus accentuée, les nucléoles dégénèrent. L'auteur conclut à la formation des chromosomes aux dépens des nucléoles. Les chromosomes contiennent au moins deux substances : une substance nucléaire et une substance nucléolaire. A la télophase, la reconstitution des nucléoles se ferait par une sorte de ségrégation en gouttelettes de la substance nucléaire ; dans les noyaux au repos, ces deux substances, nucléaire et nucléolaire, sont séparées.

D'après Baranow (1925), lors de la prophase, le noyau de *Galtonia candicens* contient deux nucléoles qui se soudent ensuite. A la dyacinèse, une paire de chromosomes s'appuie au nucléole et ensuite se produit une fragmentation du nucléole.

A. Koch (1925), étudiant la morphologie au cours de la période d'accroissement des œufs de Chilopodes, remarque des échanges très actifs entre le noyau et le cytoplasme, échanges auxquels prennent part les nucléoles. De la zone périnucléaire, des fragments se détachent et tombent dans le vitellus pour former les noyaux vitellins qui donnent naissance aux graisses et au vitellus.

En 1926, M. Lenoir publie un travail sur la cellule, la biologie, les relations des chromatines et leurs rapports entre elles. Il trouve deux sortes

de chromatines : la chromatine réticulaire ou *réticuline*, qui est la chromatine des auteurs, et la chromatine nucléolaire ou *nucléoline*, qui imprègne tout au moins la masse du nucléole. D'après leurs affinités tinctoriales, les deux substances sont distinctes. La linine forme la charpente du réseau nucléaire aux nœuds duquel se trouvent des granules de réticulo-chromatine. A la prophase, la réticuline se répand dans tout le réseau de linine et les chromosomes sont formés par une substance de linine, imprégnés de nucléoline et couverts en totalité par une couche mince de réticuline.

D'après l'auteur, le nucléole est le produit de l'activité des chromosomes télophasiques. Il distingue trois catégories de nucléoles : 1° le *nucléole chromatinien*, qui est une goutte de chromatine pure ; 2° le nucléole *chromolininien* ou *plastinien*, qui est de même nature que le précédent, mais qui a un substratum lininien provenant du substratum chromosomique. Ce nucléole se colore comme les chromosomes ; 3° les nucléoles *chromoplastiniens*, qui sont déchromatinisés.

Lenoir a constaté la formation des chromosomes aux dépens des granulations réticulo-nucléoliniennes, mais il ne dit pas si le nucléole prend part à la formation des chromosomes.

La réticuline est un produit de dégradation résultant de la combinaison de la nucléoline avec les premiers apports du cytoplasme ; une dégradation plus avancée donnerait le suc nucléolaire. La production nouvelle de chromatine est faite par les chromosomes à l'époque de tassement télophasique ; en raison de cette production, il y a déchromatinisation des nucléoles à la télophase.

Egalement en 1926, M. Senjaninova voit, pendant les mitoses somatiques de *Ranunculus arvensis*, les nucléoles jouer un rôle très important en ce qui concerne la formation des chromosomes. Deux corpuscules ou *trabantes* d'abord reliés au nucléole se rattachent ensuite aux chromosomes ; le nucléole disparaît lorsque le noyau se prépare pour la mitose.

R. G. Mosella (1926) observe chez *Lacerta muralis* que les nucléoles subissent des modifications importantes au double point de vue chromosomique et morphologique : ils ont une grande importance dans le métabolisme cellulaire : au début, ils sont basophiles et deviennent plus tard acidophiles ; ce sont des centres véritablement actifs, où se forment probablement des substances qui diffusent ensuite dans l'ovocyte.

M. S. Sardinier (1927), dans un travail sur l'ovogénèse de *Limulus polyphemus*, note les faits suivants : après les divisions goniales, les cellules femelles de Limule ne contiennent pas de nucléoles. D'après l'auteur, il aurait une origine extra-nucléaire et se formerait par la confluence des gouttelettes qui apparaissent dans le cytoplasme au voisinage de la membrane nucléaire et qui passent ensuite dans le noyau.

Pendant la phase d'accroissement, le nucléole est très actif et produit

des substances riches en phosphore, qui passent dans le cytoplasme, où elles sont utilisées à la synthèse du vitellus. Le nucléole est l'élément le plus riche en phosphore. L'appareil de Golgi et le chondriome apparaissent après la formation du nucléole et peuvent être interprétés comme un surplus de matière phosphorée identique au nucléole, mais restant dans le cytoplasme.

A. Dehorne et C. Hosselet (1928) constatent, à une certaine phase dans les cellules sérigènes de Phryganides, l'apparition dans le noyau de nucléoles qui passent dans le cytoplasme, vers la base de la cellule, puis qui se transforment en chondriome.

Les nucléoles, lors de leur expulsion dans le cytoplasme, se colorent par le rouge-neutre ; après, ils se modifient et prennent le vert Janus.

J. Mc. A. Karter, en 1928, dans les noyaux des cellules somatiques et sexuelles du Rat, trouve que les nucléoles, chromatiques ou autres, proviennent des chromosomes à la télophase.

D'après Ph. Joyet-Lavergne (1928), le nucléole et le chondriome peuvent avoir entre eux, non seulement des rapports d'échanges figurés, comme le même auteur l'a montré pour les Grégarines, mais il semble exister une parenté chimique entre eux. Ils ont les mêmes pouvoirs réducteurs ou oxydants suivant le milieu chimique, et il semble que l'on doive attribuer ces caractères aux propriétés chimiques du glutathion, dont il a constaté la présence dans le nucléole et dans le chondriome.

J. Hirschler, en 1929, montre les relations étroites entre le nucléole et l'appareil de Golgi dans les noyaux des spermatocytes de Lépidoptères. Suivant cet auteur, les nucléoles sont en étroite relation avec la partie intracytoplasmique du résidu fusoriel. Le nucléole livrerait à ce résidu des substances nucléaires aux dépens desquelles s'élaboreraient l'appareil de Golgi et le vacuome.

Dans les noyaux de spermatocytes de *Palomena viridissima* existent, d'après Hirschler, trois nucléoles : deux nucléoles acidophiles et un troisième basophile, qui est en contact avec l'appareil de Golgi, auquel il a donné vraisemblablement naissance. Il compare ce nucléole basophile au nucléole hémisphérique de spermatocytes de Lépidoptères, à cause de l'identité de leurs caractères.

Donc, sous le nom de nucléoles, les auteurs ont décrit des formations qui se trouvent dans le noyau, particulièrement à l'état de repos et dont l'origine, la nature et l'évolution paraissent être différentes.

Ces nucléoles peuvent être formés par une seule substance ou deux substances différentes et, dans ce cas, on a affaire aux « nucléoles doubles » décrits par O. Hertwig, Hermann, Montgomery, Obst, Guenther, Caroline Mac Gill, etc...

D'après l'origine, la nature et le rôle de ces éléments, on les a divisés

en plusieurs catégories désignées par des noms différents : ce sont les nucléoles nucléiniens, les nucléoles plasmatiques et les nucléoles mixtes de Carnoy.

Janssens et Joseph Willems décrivent également plusieurs sortes de nucléoles : des chromoplastes (par exemple les chromoplastes de *Batracoseps*, les nucléoles vrais, qui se divisent à leur tour en nucléoles plastiniens et nucléoles mixtes ; enfin, des nucléoles chromoso-plastiniens qui appartiendraient au type du « plasmosome » des cellules nerveuses de Havet et du nucléole de *Spyrogira* décrit par Bergs.

Lenoir distingue aussi trois catégories de nucléoles : les nucléoles chromatiniens, les nucléoles chromo-lininiens ou plastiniens et les nucléoles chromo-plastiniens.

A. Dehorne et Hosselet donnent le nom de nucléo-rouge à une partie des nucléoles des cellules sériciqènes des Phryganides.

Citons ensuite le nucléole des végétaux inférieurs, celui des Protistes, notamment, qui a été appelé « caryosome » et qui paraît être constitué d'après l'école allemande (Hertmann), par la chromatine du noyau, ayant au centre « un centriole » très réduit, un second noyau, formé d'une autre variété de chromatine.

Dans certains Protistes, ces caryosomes peuvent se multiplier et alors Hertmann les compare aux chromosomes des végétaux supérieurs.

B. — Matériel et Technique.

Matériel. — Notre étude cytologique a porté sur les espèces qui ont fait l'objet de nos remarques biologiques, car c'est seulement à la suite de ces observations que nous avons commencé nos recherches cytologiques.

Cette étude, notamment, exige des espèces que l'on puisse trouver pendant une grande partie de l'année et en abondance pour parer aux difficultés de la technique par suite de la très grande richesse des œufs en vitellus.

Technique. — Les fixateurs que nous avons utilisés sont les suivants :

1° Bouin Duboscq-Brasil ;
2° Bouin-Hollande alcoolique (1) ;
3° Liquide fixateur de Gilson ;
4° Gilson Petrunkewitch ;
5° Liquide fixateur de Carnoy ;
6° Mélange de Garothers ;
7° Liquide de Zencker.

(1) Formule modifiée et employée par M. Rode dans son travail : P. Rode, Recherches sur l'organe sensoriel latéral des Téléostéens. (*Bull. Biol. Fr. et B.*, 1929, t. I.)

Pour faciliter la pénétration des fixateurs, nous enlevons la tête, souvent avec le prothorax et les derniers anneaux abdominaux : cette opération se fait en plaçant les insectes vivants dans quelques gouttes du fixateur choisi, déposées dans un verre de montre. Après avoir été coupées, les pièces sont passées dans le bain définitif du même fixateur.

Les fixateurs à base d'acide picrique, comme le Duboscq-Brasil, le mélange de Garothers et le Bouin-Hollande alcoolique, tel qu'il a été employé par M. Rode dans son travail sur l'organe sensoriel latéral des Téléostéens, nous ont donné seulement des résultats médiocres. Pourtant, il est juste de dire que le Bouin-Hollande alcoolique est, de tous les fixateurs à base d'acide picrique, celui qui nous a donné les résultats les moins mauvais.

Les fixateurs à base de sublimé corrosif présentent l'inconvénient de nécessiter un lavage très soigné à l'alcool iodé.

Le liquide de Gilson modifié par Petrunkewitch, nous a donné d'excellents résultats pour fixer les œufs se trouvant sous l'épiderme des feuilles après la ponte.

Les meilleurs résultats que nous ayons obtenus l'ont été avec le fixateur de Carnoy fraîchement préparé, juste au moment de l'emploi.

Nous laissons agir ce fixateur pendant le temps strictement nécessaire pour que la pénétration soit complète, c'est-à-dire d'une heure à une heure et demie. Si les pièces restent plus longtemps dans ce liquide, elles deviennent cassantes et le vitellus, particulièrement, se transforme en poussière sous le tranchant du rasoir.

Les pièces sont ensuite passées dans l'alcool absolu, où elles séjournent douze à quinze heures, puis, pour assurer une bonne déshydratation et une désalcoolisation complète, opérations tout à fait indispensables pour obtenir de bons résultats, nous employons, après l'alcool absolu, l'essence de cèdre en deux bains successifs, pendant au moins vingt-quatre heures. D'ailleurs, les pièces peuvent séjourner dans l'essence de cèdre pendant très longtemps sans inconvénients.

Toujours pour assurer une bonne déshydratation, nous avons utilisé également l'alcool amylique et l'alcool butylique.

Nous avons fait toutes nos inclusions dans la paraffine. La méthode de double inclusion paraffine-celloïdine ne nous a pas donné de résultats satisfaisants et les pièces ainsi préparées ont été même inutilisables.

Technique de coloration. — Les colorations qui ont été employées sont les suivantes :

Hémalun-éosine ;
Trichromique de Ramon y Cajal ;
Double coloration de Hollande :

Malory ;
Hématoxyline ferrique de Heidenhaim ;
Coloration de Kull.

Les meilleurs résultats nous ont été donnés par l'hématoxyline ferrique et presque tous nos dessins ont été exécutés d'après les préparations traitées par cette méthode, car les éléments de la vésicule germinative des œufs de Thysanoptères sont souvent très entassés et, seule, cette coloration nous a permis de distinguer les contours des différentes figures que présente l'appareil nucléolaire pendant son évolution très complexe.

Si, pour la topographie, les résultats sont excellents, par contre, au point de vue de l'interprétation de la nature des éléments observés, les résultats sont moins bons.

La double coloration de Hollande et surtout la méthode de Kull nous ont permis de distinguer dans la vésicule germinative les éléments basophiles des éléments acidophiles. Ainsi les nucléoles se colorent en rouge vif, tandis que les chromosomes ne prennent pas ce colorant. Malheureusement, la coloration de Kull ne réussit pas souvent et elle ne peut pas être employée après tous les fixateurs. Pour les coupes en série, elle présente l'inconvénient d'être inconstante : aussi, sur une même lame, certaines coupes sont-elles bien colorées, d'autres pas du tout et on ne peut pas toujours suivre dans ces conditions tous les éléments d'une même série.

La coloration de Malory nous a donné également de bonnes préparations, mais moins nettes que celles colorées à l'hématoxyline ferrique-éosine

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire et formation des chromosomes chez *Parthenothrips dracænæ* Heeger.

Dans les gaînes ovariques de *Parthenothrips dracaenae* Heeger, nous n'avons jamais eu l'occasion d'observer des divisions goniales. Les ovules qui sont placés à l'extrémité de la gaîne sont à l'état d'ovocytes : ils paraissent être dans une phase proche de la dernière division goniale ; dans les gaînes, les cytes sont à ce stade, disposées sur deux ou trois rangées, tandis que, plus tard, nous les trouvons l'une au bout de l'autre.

Les ovocytes ont alors un noyau très grand par rapport au cytoplasme disposé en très mince couche périphérique. Dans le noyau on distingue des nucléoles en nombre variable, de un à cinq, et de courts cordons de chromatine, les chromosomes, qui ont pris part à la dernière division goniale. Ces chromosomes ont la forme de bâtonnets légèrement courbés,

situés plutôt à la périphérie du noyau et en nombre variable, du fait que leur résolution est déjà commencée. Les ovocytes qui se trouvent vers l'extrémité de la gaîne ont un seul nucléole de petite taille ; ceux qui suivent, sur deux ou trois rangées, ont trois, quatre ou même cinq petits nucléoles (fig. 1, pl. I).

Les différences dans les affinités tinctoriales de ces deux éléments permettent de les distinguer aisément. Par l'hématoxyline au fer, ces deux éléments se colorent, mais au moment de la différenciation, les chromosomes retiennent moins le colorant que le nucléole et, si cette opération est poussée plus loin, le nucléole seul reste noir. Par la fuchsine acide, le nucléole se colore en rouge vif, tandis que les chromosomes ne se colorent pas

Nous avons pu suivre le développement de ces deux éléments au cours de l'évolution de la vésicule germinative. Les chromosomes de l'ovocyte se transforment en petites granulations : les unes disparaissent par dissolution dans le caryoplasme, les autres restent sous la forme de grumeaux de chromatine qui sont situés à la périphérie de la vésicule germinative et se maintiennent à peu près pendant toute la phase d'accroissement de l'ovocyte En même temps, les nucléoles, dont le nombre est alors au maximum, vont se réunir pour former un seul et gros nucléole, qui s'accroît jusqu'à occuper à peu près toute la vésicule germinative : sa forme est plus ou moins sphérique ; quelquefois sa surface présente des mamelons (fig. 9, pl. I).

La croissance, au début trop rapide, de ce nucléole, se produit au moment de la résolution des chromosomes et paraît être alors le résultat du passage d'au moins une partie de la matière qui constituait les chromosomes. Cet accroissement se produit après ce stade sous l'influence du puissant métabolisme de l'œuf, dont le centre d'activité est la matière nucléolaire.

Dans les ovocytes, dont le noyau est à une phase très avancée, nous avons pu mettre en évidence les faits suivants : sur des préparations traitées à l'hématoxyline ferrique et pour lesquelles la différenciation a été poussée jusqu'à décoloration complète de la matière chromosomique, le nucléole se décolore partiellement et les parties intensément colorées ont des contours très nets. Parfois on observe au centre (fig. 3 et 7, pl. I), une tache moins colorée et, dans ce cas, nous avons l'impression que la matière nucléolaire primitive est disposée en une couche mince à la périphérie, tandis que le centre de la sphère est occupé par des matières semblables à la matière chromosomique.

Toujours sur des préparations très différenciées, on observe quelquefois des régions décolorées dans la couche périphérique du nucléole qui se présente alors comme une sphère dont le centre et des parties de la zone

superficielle sont incolores. Dans les fig. 4, 5, 6 et 7, pl. I, nous pouvons voir de semblables aspects du nucléole.

Sur des coupes colorées à la fuchsine acide anilinée et au bleu de toluidine, nous avons eu l'occasion d'observer de très grands nucléoles paraissant formés d'une mosaïque de morceaux colorés en rouge intense, tandis que la substance de liaison est moins colorée et paraît plutôt bleu clair (fig. 7, pl. I).

Il existe donc dans ces gros nucléoles deux substances de pouvoirs tinctoriaux différents, l'une semblable à la matière chromosomique, l'autre à la substance nucléolaire.

Jusqu'à ce stade, la croissance de la vésicule germinative a été plus considérable que celle du cytoplasme, mais le rapport des croissances de ces deux éléments n'est pas constant : bientôt les ovules grossissent beaucoup et le rapport des croissances du cytoplasme et du noyau est inversé. Les granulations du vitellus deviennent très nombreuses et prennent petit à petit la place du cytoplasme, qui disparaît ainsi à un stade avancé.

La vésicule germinative est alors très petite ; elle cesse de s'accroître, devient excentrique et, à la fin, elle se trouve au contact de la gaîne ovarique. Cette vésicule germinative est aplatie ; sa surface n'est pas lisse et présente des saillies, des prolongements, entre les grains de vitellus.

Formation des chromosomes. — La phase d'accroissement du nucléole est suivie par une phase de résolution et par la formation des chromosomes : des fragments plus ou moins arrondis, parfois anguleux, se détachent du nucléole et tombent dans le suc nucléolaire, où ils émettent des prolongements qui s'allongent progressivement, tandis que disparaît le fragment qui leur a donné naissance (fig. 10, 11 et 12, pl. I). Ainsi se forment de courts bâtonnets, les chromosomes, qui subissent immédiatement des transformations. Il nous semble que les parties détachées des nucléoles qui ont contribué à l'élaboration des chromosomes sont des substances post-formées dans la vésicule germinative par l'activité de la matière nucléolaire primitive et des matières chromosomiques primaires. Comme les bâtonnets, les fragments qui leur ont donné naissance ne se colorent pas à la fuchsine acide ; seules, certaines parties du nucléole, de formes très variées, sont colorées en rouge vif (fig. 13 et 14, pl. I).

La méthode de coloration à l'hématoxyline ferrique nous a permis de faire des observations identiques sur des préparations normalement différenciées, c'est-à-dire dont la matière chromosomique reste encore colorée : nous pouvons voir le nucléole présenter des formes très différentes, qui rappellent le nucléole avant fragmentation sur des coupes très différenciées ; on voit alors des fragments ou des bâtonnets (fig. 16, 17 et 18, pl. I).

Si la différenciation est poussée jusqu'à décoloration de la matière chro-

matique, le nucléole est toujours d'un noir intense et il présente les mêmes figures que celles qui étaient colorées lorsque la préparation était moins différenciée ; ici, les fragments ou les bâtonnets qui en dérivent ne sont plus colorés (fig. 15 et 21, pl. I).

Pendant ce temps, les chromosomes se sont formés ; les courts bâtonnets issus des prolongements émis par les fragments qui se sont détachés du nucléole subissent au début de leur existence une division longitudinale : les bâtonnets résultants s'écartent à une extrémité, tandis que de l'autre ils restent accolés de telle sorte qu'au stade qui suit la division longitudinale, presque tous les chromosomes sont en forme de V. Peu à peu, les deux extrémités libres s'écartent encore plus et les deux branches tendent à se mettre dans le prolongement l'une de l'autre. A un stade encore plus avancé, lorsque les extrémités réunies se sont séparées, on peut observer deux bâtonnets parallèles (fig. 16, 18 et 19, pl. I).

Ces bâtonnets se déplacent pour former les dyades en croix qui prendront part à la première division de maturation. Ces dyades sont au nombre de 14 ou 15. Selon toute vraisemblance, nous admettrons qu'il y en a 15. Nos élevages de *Parthenothrips dracaenae* nous ont montré qu'il existait des femelles parthénogénétiques et d'autres se reproduisant par sexualité ; nous n'avons jamais observé de femelles présentant un nombre différent de chromosomes. Donc, il ne s'agit pas de femelles triploïdes. Pour les femelles parthénogénétiques, il y aura sûrement une seule division de maturation — division équationnelle — ou peut-être également division réductionnelle suivie d'un mécanisme d'auto-régulation.

La seule figure des divisions de maturation que nous ayons vue est la télophase. Dans chaque groupe nous avons pu compter aisément 15 chromosomes (fig. 20, pl. I).

Conclusions. — Les nucléoles primitifs de l'ovocyte de *Parthenothrips dracaenae* se groupent et forment un seul nucléole qui grandit pendant toute la phase d'accroissement de l'ovule. La résolution des chromosomes goniaux se produit de bonne heure. Quelques grumeaux de chromatine situés vers la périphérie de la vésicule germinative, souvent même accolés à la membrane nucléolaire, persistent. Ces derniers grumeaux disparaissent avant la formation des chromosomes. Au commencement, l'accroissement de la substance nucléolaire se produit à la suite d'un passage de matières chromosomiques résultant de la résolution des chromosomes. Après, le nucléole s'agrandit et emmagasine de nouvelles substances; ces substances de seconde formation semblent différer des matières nucléolaires primitives par leur pouvoir tinctorial, tandis qu'elles paraissent semblables aux substances chromosomiques. D'ailleurs, ces corps ne se mélangent pas entre eux; les substances nucléolaires forment en quelque sorte une charpente sur

laquelle sont accolées les substances élaborées, dont la disposition, dans certains cas, rappelle une mosaïque.

Au moment de la formation des chromosomes, des fragments se détachent, émettent des prolongements et donnent ainsi de courts bâtonnets qui, plus tard, formeront par division longitudinale les dyades du fuseau. Les fragments qui vont donner les chromosomes sont formés des matières élaborées ultérieurement, ainsi que des substances chromosomiques primaires.

En même temps que les chromosomes disposés déjà par dyades, la charpente du nucléole se trouve constituée et présente des aspects très variés : la résolution de cette matière se fait peu à peu et les fragments qui en résultent sont de plus en plus petits. Il nous semble que la résolution complète ne se produit pas, car nous avons encore pu constater la présence des nucléoles à la télophase. Nous n'avons jamais eu l'occasion de voir une plaque équatoriale. Pour cette espèce, le nombre caractéristique des chromosomes est de 15 ou de 16. La première division que nous avons pu observer dans les œufs est équationnelle. A la télophase, avant que les chromosomes aient atteint les pôles, on peut voir à la périphérie deux nucléoles accolés.

Nous pensons que le nucléole a un rôle considérable dans le métabolisme de l'œuf, surtout en ce qui concerne l'élaboration des substances chromosomiques, grâce auxquelles la quantité de matière chromatique primitive augmente et permet ainsi les divisions de maturation. Dans les ovocytes de *Parthenothrips*, l'étape synaptique manque.

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire et formation des chromosomes chez *Heliothrips hæmorrhoidalis* Bouché.

Sur la parthénogénèse de *Heliothrips haemorrhoidalis*, nous avons le travail récent de M. Pomeyrol.

Cet auteur ne peut distinguer les nucléoles des chromosomes dans les ovocytes jeunes, car il emploie un seul procédé de coloration, celui de l'hématoxyline au fer. Il suppose un complexe chromosomo-nucléolaire qui subit différentes transformations, dues peut-être à l'évolution très complexe de l'appareil nucléolaire. Il considère comme possibles plusieurs apparitions et disparitions successives des nucléoles, mais il ne donne pas de précisions. Le nombre des chromosomes définitifs — ceux du fuseau de maturation — serait d'après lui de 16.

Nos observations personnelles ont porté sur la vésicule germinative des ovocytes très jeunes se trouvant à l'extrémité de la gaîne ovarique et nous avons pu suivre son évolution pendant toute la phase d'accroissement de

l'œuf. Nous avons tenté de continuer nos recherches sur l'évolution de la vésicule germinative dans l'œuf après la ponte, mais sans obtenir de résultats satisfaisants, parce que tous les œufs que nous avons pu observer se trouvaient à un stade très avancé avec le blastoderme déjà formé.

Le noyau des jeunes ovocytes est très gros. L'élément chromatique est représenté par des bâtonnets grêles et disposés à la périphérie du noyau ; fréquemment, on peut voir ces chromosomes reposant contre la membrane nucléaire. Il existe un seul nucléole ; sa position dans la vésicule germinative est plutôt excentrique et sa forme, arrondie au début, devient, plus tard, allongée et arquée (fig. 1).

Fig. I.
Extrémité d'une gaîne ovarique de *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché.

Période I. — Dans les ovocytes plus développés, on peut observer trois, quatre ou même un plus grand nombre de nucléoles (fig. 2, *a* et *b*) ; mais les chromosomes, par contre, ne sont plus visibles ; ils se sont dissous dans le suc nucléolaire ou bien ils ont subi un changement dans leur constitution chimique et ils ne fixent plus le colorant. La première hypothèse nous semble la plus vraisemblable : l'accroissement trop rapide des nucléoles en volume et en nombre paraît être lié à cette dissolution de la matière chromosomique, qui passerait ainsi dans les nucléoles.

Ces nucléoles proviennent de fragmentations successives du nucléole primitif, qui s'est allongé, après avoir augmenté de volume sous l'influence de substances chromosomiques qui ont passé dans cet élément après la dissolution des chromosomes des gonies.

Nous pouvons assister, sur la figure 2, *c*, *d*, à l'évolution de ces nucléoles, aboutissant à une division : ils deviennent plus allongés, ont une forme plus courbée et les deux extrémités augmentent de volume, se séparant bientôt pour donner deux nucléoles. Cette division paraît résulter d'un très grand accroissement de la matière nucléolaire par accumulation de substances nouvelles ; arrivés à une taille relativement considérable, la tension superficielle devient plus faible et un nouvel apport de substances détermine la division de cet élément, tout en rendant possible une nouvelle accumulation de substances jusqu'à la division suivante.

Le nombre des nucléoles croît également beaucoup (fig. 4, *a*, *b*). Puis les nucléoles émettent des prolongements qui s'allongent pour donner des cordons, des anses nucléolaires (fig. 3). Nous pouvons voir souvent la

substance constituant une anse se retirer vers les deux extrémités et le cordon qui les réunit devenir moins colorable et peu à peu disparaître : deux anses se forment ainsi aux dépens d'une première et elles émettent à leur tour de nouveaux prolongements. Nous avons même pu voir des fragments de matière nucléolaire donner plusieurs prolongements en même temps.

Par leurs formations successives en cordons et par leurs divisions, les figures nucléolaires arrivent à être en très grand nombre dans la vésicule germinative des ovocytes encore jeunes ; nous avons pu, en effet, observer un très grand nombre d'anses nucléolaires dans des œufs qui contiennent à peine quelques granulations vitellogènes (fig 4, *c*, d^1, d^2, d^3).

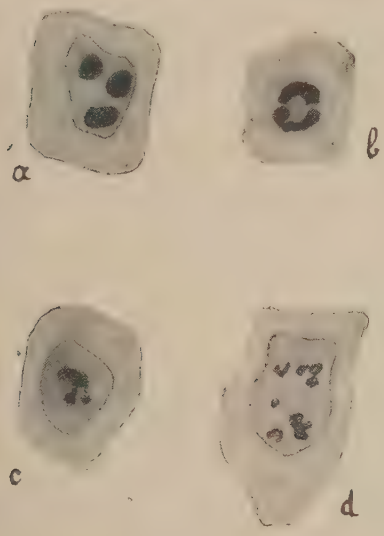


Fig. 2.

Divisions des nucléoles. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

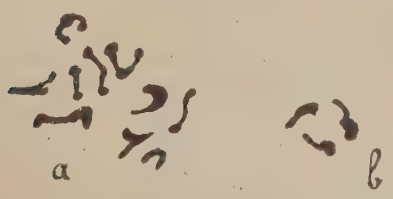


Fig. 3.

Anses nucléolaires en voie de division. Fix. Duboscq-Brasil. — *a*) Col. Hématoxyline au fer; *b*) Col. de Kull. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

Les figures nucléolaires en bâtonnets plus ou moins courbés et entassés les uns sur les autres sont répandues dans toute la vésicule germinative. Sur nos préparations, nous observons le plus souvent cet état de la matière nucléolaire, sans doute par suite de la longue durée du stade correspondant.

A cette phase d'ailleurs, la vésicule germinative, qui s'accroît très vite au début, cesse de s'accroître : elle est de plus en plus aplatie, devient excentrique, puis gagne plus tard la périphérie de l'œuf ; la surface présente dans le vitellus des saillies très accentuées qui nous rappellent la vésicule germinative des ovocytes de *Parthenothrips dracaenae*. La formation de la substance vitellogène est très active. L'œuf emmagasinant des substances nutritives s'accroît beaucoup, tandis que la vésicule germinative reste à peu près de dimensions constantes.

Période II. — Dans la matière nucléolaire, des changements se produisent : les anses très minces deviennent des figures de résolution

(fig. 5, *a*, *b*). Une partie de ces cordons disparaît par dissolution dans le suc nucléolaire, tandis qu'une autre va donner naissance aux nucléoles de deuxième génération. Ces nucléoles, plus ou moins arrondis, grandissent très rapidement et sont répandus dans toute la vésicule germinative (fig. 6, *a*, *b*).

La phase de croissance est suivie d'une phase de résolution par fragmentation. Des fragments, sous la forme de petites gouttelettes, se détachent de toute la surface des nucléoles et forment des couronnes autour de ces derniers ; puis ils s'éloignent pour gagner la périphérie, tandis qu'à leur place de nouvelle séries de gouttelettes apparaissent (fig. 7, *a*, *b*).

La taille des nucléoles décroît de plus en plus, et, à leur place, il reste seulement quelques fragments groupés.

Période III. — Certains des fragments qui se sont dirigés vers la péri-

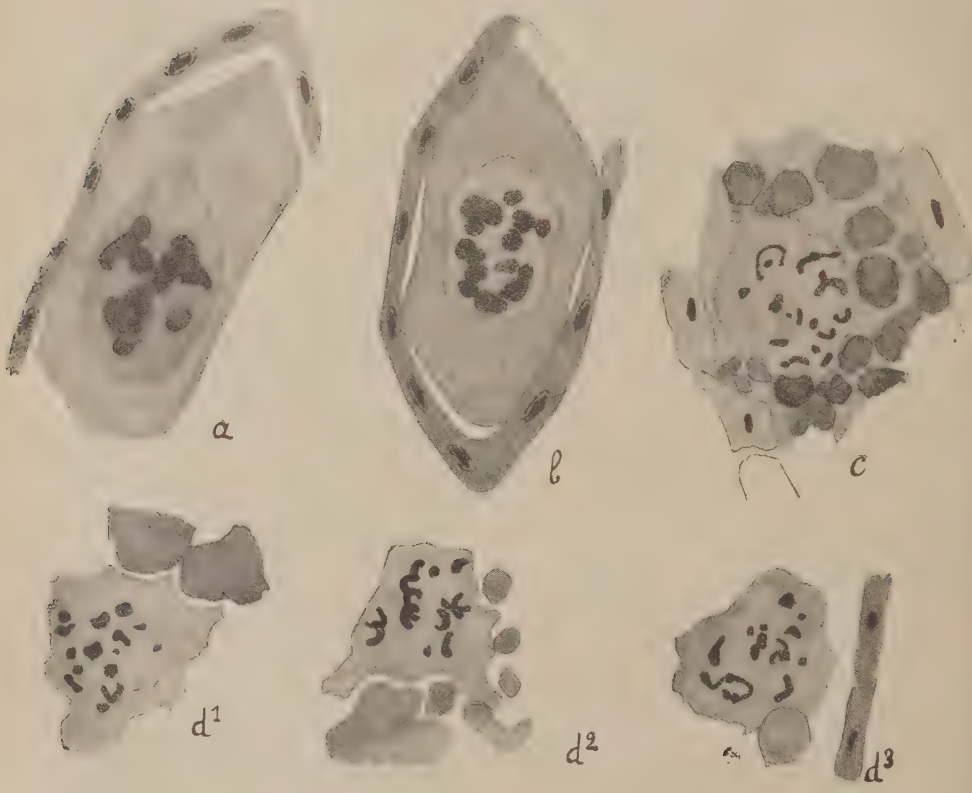


Fig. 4.

a, *b*, *c* : Ovocytes jeunes à nucléoles nombreux ; d^1, d^2, d^3, coupes successives dans un ovocyte à un stade avancé ; anses nucléolaires. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline au fer. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

phérie de la vésicule germinative augmentent de volume et forment une troisième génération de gros nucléoles. Les autres fragments provenant des nucléoles de la dernière génération subissent une dissolution dans le suc nucléolaire.

Les nucléoles de la troisième génération se groupent (fig. 8, *a*, *b* et *c*) et forment des masses qui se dirigent vers le centre de la vésicule. Là, ils se réunissent en une seule masse nucléolaire, dans laquelle on peut distinguer les contours des nucléoles qui lui ont donné naissance (fig. 9 *a*) : cette masse est très grande ; elle occupe à peu près toute la vésicule germinative, mais c'est un stade de courte durée, car sa résolution se produit très rapidement. Nous n'avons eu l'occasion de voir cette masse qu'une seule fois. Par contre, des formes de résolution ont été observées plus fréquemment (fig. 9, *b*, *c*). On voit encore une partie de la masse nucléolaire, ainsi que

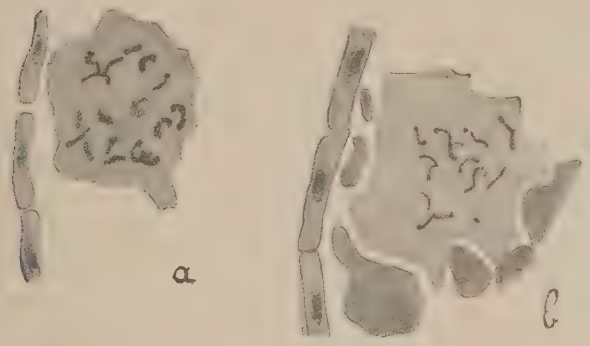


Fig. 5.
Résolution des nucléoles. Anses minces. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration de Kull. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

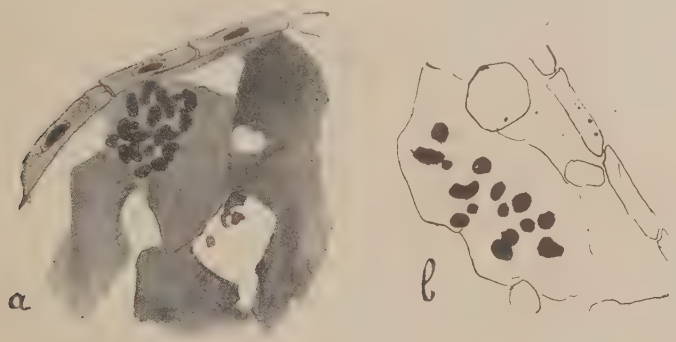


Fig. 6.
Nucléoles de la deuxième génération. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

des fragments qui s'en sont détachés et qui se présentent avec des formes et des tailles variées.

Période IV. — Dans une phase suivante, on ne trouve dans la vésicule germinative que les fragments issus de la masse des nucléoles de la quatrième génération : ils occupent le centre de la vésicule et on peut observer en même temps de courts bâtonnets à la périphérie (fig. 10, *a*, *b*); sur la figure 10, *a*, on peut voir quelques bâtonnets encore attachés aux nucléoles. Nous pensons que ces bâtonnets se forment par une sorte d'exsudation de la matière se trouvant à l'intérieur des nucléoles, puis ils se séparent et gagnent la périphérie.

Une seule fois nous avons vu une figure qui paraît être une dyachinèse de maturation (fig. 10, *c*). La membrane nucléolaire a complètement disparu, ainsi que les nucléoles ; les chromosomes se trouvent sous la forme de bâtonnets disposés par paires. Leur nombre — que nous ne pouvons chiffrer exactement, parce qu'ils sont trop serrés — ne coïncide pas avec celui donné par M. Pomeyrol : il y a 26 ou 28 dyades. Quant aux chromosomes observés par M. Pomeyrol, il nous semble, d'après leur forme, qu'il s'agit des figures nucléolaires de la deuxième génération. D'ailleurs, l'auteur signale qu'il n'a employé comme colorant que l'hématoxyline au fer ; or, dans des vésicules germinatives où l'évolution de l'appareil nucléolaire est très compliquée, cette seule coloration ne suffit pas pour distinguer les nucléoles des chromosomes.

Conclusions. — La disparition des chromosomes goniaux dans les vésicules germinatives des ovocytes jeunes de *Heliothrips haemorrhoidalis* coïncide avec le début de la croissance de la matière nucléolaire. Il existe quatre générations successives de nucléoles ; après chaque génération, il se produit des figures allongées ou une résolution par fragmentation. Pendant la phase de résolution, une partie de la matière, qui formait les nucléoles de la génération en voie de disparaître, persiste pour donner les nucléoles de la génération suivante.

Ces nucléoles grandissent car ils constituent des centres d'accumulation des substances nucléolaires nouvellement élaborées comme chez *Parthenothrips dracaenae*.

Après la troisième génération se forme la masse nucléolaire qui donnera naissance aux fragments, aux nucléoles de la quatrième génération, qui prendront complètement part à la formation des chromosomes.

Au cours de l'évolution de ce complexe nucléolaire, les nucléoles augmentent de volume et leur rôle est de fournir les chromosomes du fuseau de maturation.

Nous n'avons jamais vu d'expulsion de nucléoles dans le cytoplasme et la phase synaptique manque.

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire et formation des chromosomes chez *Aptinothrips rufus* Gmelin.

Le noyau des jeunes ovocytes est très gros par rapport au cytoplasme. Dans ce noyau, on observe plusieurs nucléoles, seuls éléments que l'on puisse distinguer à ce stade dans les vésicules germinatives des ovocytes, ainsi que dans les phases qui suivent et jusqu'à la formation des chromo-

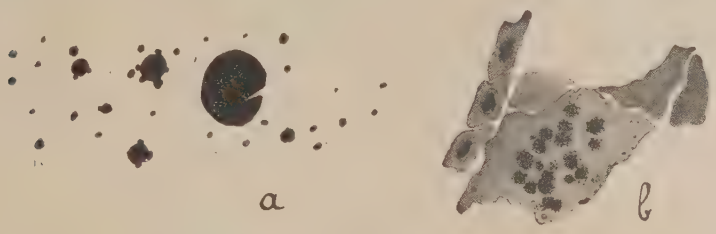


Fig. 7.
Résolution par fragmentation des nucléoles de la deuxième génération.
(*Heliothrips haemorrhoidalis*.)

somes du fuseau. Nous n'avons jamais vu d'ovocytes, dont les chromosomes goniaux soient encore présents, car ils ont dû se dissoudre dans le suc nucléolaire avant l'apparition des premiers nucléoles (fig. 11).

Des modifications se produisent dans le noyau devenu vésicule germinative et se poursuivent pendant toute la phase d'accroissement de l'ovule jusqu'à la formation des chromosomes.

Première Phase

Période I. — La vésicule germinative des ovocytes se trouvant plus loin dans les gaînes ovariques, contient seulement un gros nucléole. Plusieurs rangées d'ovules présentent la même forme, avec cette seule différence que le nucléole est de plus en plus volumineux : il résulte de l'accumulation des petits nucléoles se trouvant dans les premiers ovocytes. Après cet accroissement, il nous rappelle le gros nucléole de *Parthenothrips dracaenae*.

Période II. — Devenu grand, le nucléole s'allonge et se fragmente de telle sorte que dans les vésicules germinatives des ovocytes suivants, on

trouve deux ou trois nucléoles de forme plus ou moins arrondie (fig. 11). Ces nucléoles augmentent de volume, forment des cordons en vue d'une nouvelle fragmentation ressemblant beaucoup aux figures allongées en

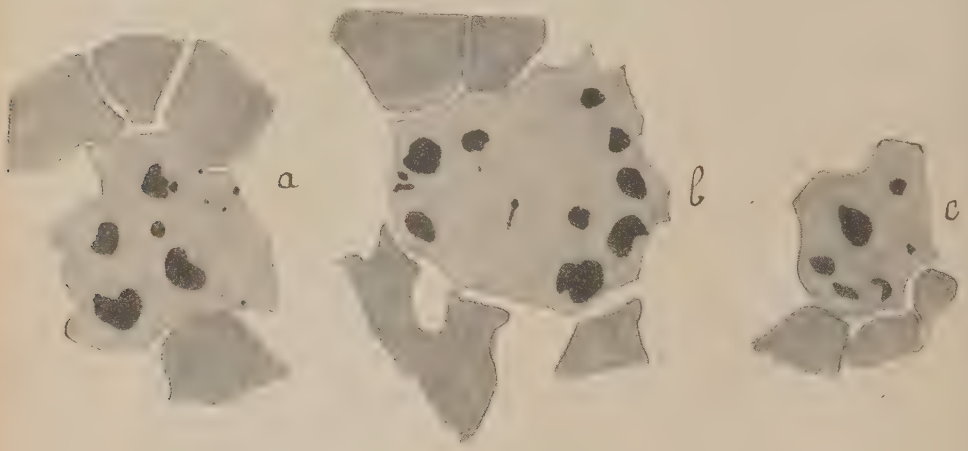


Fig. 8.

Nucléoles de la troisième génération. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

cordons de *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché. Les extrémités se renflent par suite d'une accumulation de la matière des cordons aux deux pôles, puis se séparent pour donner naissance à deux nucléoles qui, à leur tour, émettent des prolongements (fig. 11). Après plusieurs divisions successives, les anses sont très nombreuses et très minces (fig. 12, *a*, *b*, *c*).

Dans les ovules suivants, ces mêmes cordons s'épaississent, puis une nouvelle division se produit et les anses résultantes redeviennent minces (fig. 12, *d*, *e*, *f*, et 13).

Donc, les divisions ont pour but de rendre possible l'accumulation de certaines substances. Les nucléoles étant devenus trop gros, l'équilibre entre la viscosité et la tension superficielle est rompu, ce qui détermine une division rendant possible une nouvelle accumulation de substances.

Quand la formation des anses est terminée, les ovules ont alors un aspect identique à celui des ovules d'*Heliothrips* à la même phase.

Période III. — On peut ensuite remarquer des vésicules germinatives d'un aspect très différent des précédentes : les anses, en très petit nombre, sont toutes situées à la périphérie, sauf une seule anse courbée plus ou moins en V et dont les extrémités sont renflées (fig. 14, *a*).

Nous avons pensé que cette phase, suivant la phase à anses nombreuses, résulterait d'une dissolution particlle de ces anses, fournissant ainsi des matières nécessaires au métabolisme général de l'ovule. Cette forme repré-

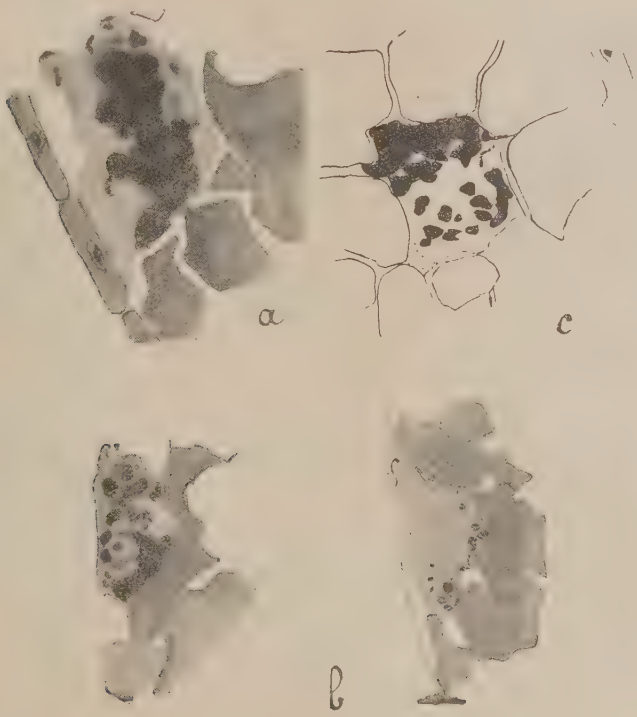


Fig. 9.

a) Masse nucléolaire; *b*), *c*) Résolution par fragmentation de la masse nucléolaire. (*Heliothrips haemorrhoidalis*.)

senterait donc l'état de l'appareil nucléolaire après une première étape de résolution.

Dans une résolution plus avancée, la vésicule germinative contient seulement des fragments de formes et de tailles variables (fig. 14, b^1, b^2, b^3).

Deuxième Phase

Cette phase est caractérisée par la formation de la masse chromatique et sa fragmentation. Nous pouvons constater plusieurs étapes distinctes.

Période I. — N'ayant pas vu de formes intermédiaires entre les vésicules germinatives contenant des fragments et celles à masse nucléolaire et de plus ayant constaté que les fragments de la figure de résolution sont plus gros à l'un des pôles, nous en avons conclu que la masse se formerait à partir

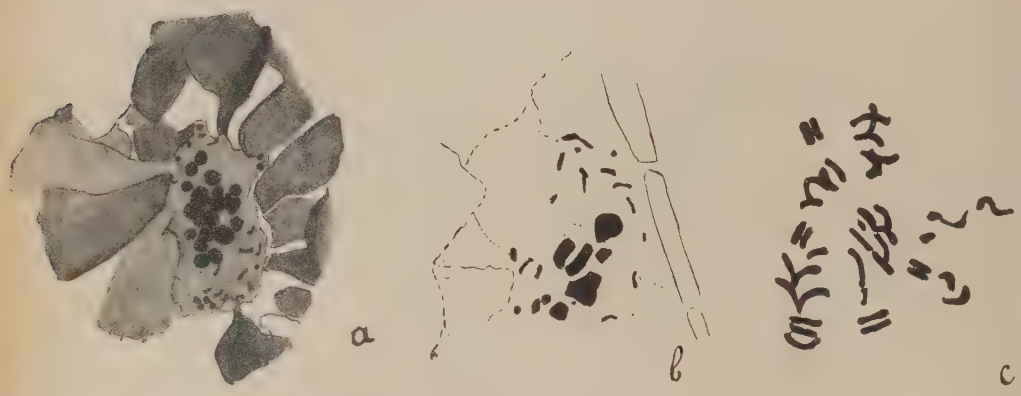


Fig. 10.

a, *b*) Commencement de la formation des chromosomes. Gros nucléoles au centre. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Heliothrips haemorrhoidalis.*)

de ces fragments par augmentation de volume et groupement. Cette masse est, au début, compacte, de forme quelque peu variable, avec une surface présentant des saillies (fig. 15, b^1, b^2, b^3).

Le pouvoir tinctorial de cette masse est très grand ; elle se colore en noir très intense par l'hématoxyline ferrique.

Période II. — Ces masses (fig. 15) deviennent peu à peu moins compactes aux stades ultérieurs. La résolution se prépare, puis elle se fait d'après deux types bien distincts :

Type A. — La masse n'est plus compacte et on peut même distinguer des corpuscules à contours bien nets. La forme en rappelle celle de cordons épais. D'ailleurs, la résolution en fragments ne tarde pas à se produire et on peut voir des bâtonnets courts et épais sortir de cette masse, tandis que d'autres y sont encore englobés. Sur toutes les préparations, la partie qui se fragmente se présente sous un aspect très caractéristique : des cordons plus ou moins entassés se trouvent reliés par une très fine poussière de petites granulations. Une partie des fragments qui se détachent de la masse ont une forme irrégulière — arrondie ou anguleuse — plus ou moins grande, et leur transformation en bâtonnets se fait ensuite (fig. 17).

Type B. — La masse se divise en plusieurs fragments, qui sont aussi compacts que la masse primitive (fig. 16, *a*, *b*).

Dans les vésicules germinatives qui paraissent être à un stade ultérieur, nous voyons encore une partie de ces fragments devenir moins grande et présenter des formes variables, dont celle d'aster, bien caractéristique. Ces fragments, résultant du morcellement de la masse, émettent de fins prolongements, de véritables filaments. D'ailleurs, dans la vésicule germinative sont répartis des filaments très fins, longs et flexueux, surtout vers l'un des pôles, tandis qu'au centre et à l'autre pôle, on peut encore voir des fragments de taille appréciable (fig. 16, b^1, b^2, b^3).

Fig. 11.

Coupe longitudinale dans l'extrémité d'une gaîne ovarique jeune d'*Aptinothrips rufus* Gmelin. Fix. Duboscq-Brasil. Col. Hématoxyline au fer.

Ces deux types de résolution de la masse chromatique conduisent au même but : la formation des chromosomes.

Formation des chromosomes. — Les bâtonnets résultant de la fragmentation du type A sont très épais. Nous avons vu les chromosomes tout de suite après leur formation se présenter par paires ; aussi avons-nous pensé que, sous l'influence de différents facteurs, la tension superficielle étant modifiée, les bâtonnets subissent une division longitudinale ; parfois, ils se différencient de la masse après division, sous forme de deux cordons parallèles placés l'un à côté de l'autre.

Dans les mêmes vésicules germinatives, on peut suivre l'évolution de ces cordons depuis le moment où ils se détachent de la masse jusqu'à la forme définitive des chromosomes du fuseau.

Après la division, les cordons résultants s'écartent l'un de l'autre, soit en général sur toute leur longueur, soit parfois en restant accolés par l'une de leurs extrémités : ainsi on peut voir le plus souvent des cordons parallèles et très rarement des figures en V.

La forme la plus souvent observée, celle qui nous paraît être caractéristique d'*Aptinothrips rufus*, est la forme de dyades en anneau.

Ces dyades ne sont pas formées d'une seule anse dont les bouts se sont soudés, comme le pense Montgomery, mais d'une seule anse qui a subi une division longitudinale. C'est la même forme de dyades que celles observées par Janssens et J. Willems dans le spermatogène d'*Alytes obstetricans*. Après la division,

les parties médianes s'écartent, tandis que les bouts restent rapprochés ou même soudés.

Nous n'avons pas constaté la formation d'une masse chromatique après l'apparition des dyades d'où sortiraient tout de suite les chromosomes tels

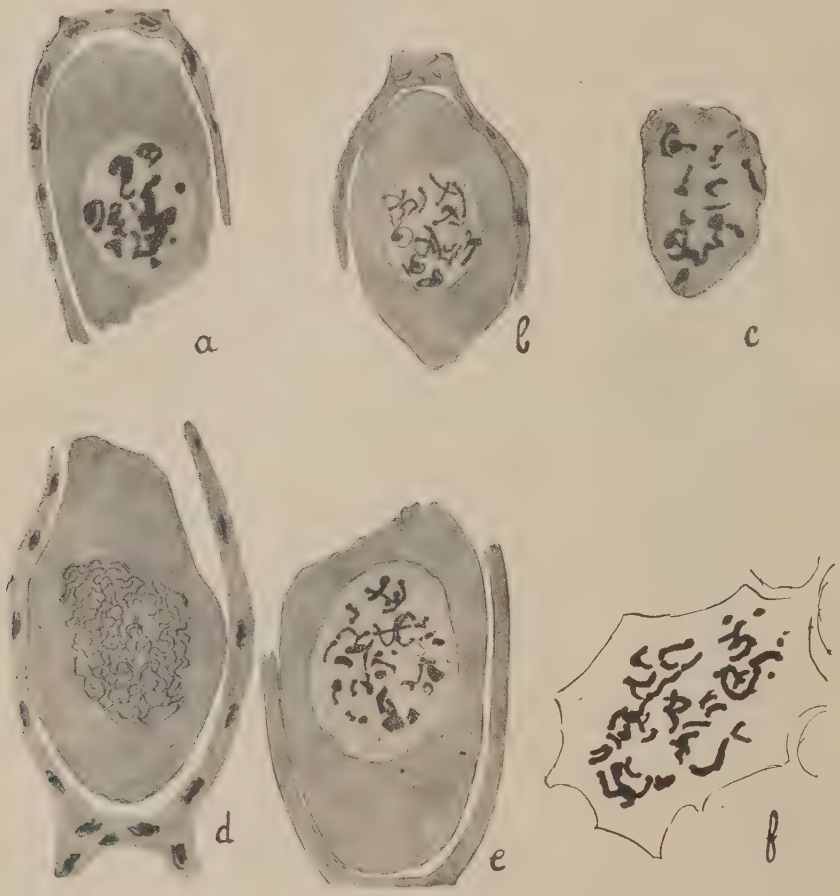


Fig. 12.

Formation des cordons nucléolaires aux depens des nucléoles. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Aptinothrips rufus.*)

qu'ils se présentaient avant la formation de la masse, en même nombre et avec les mêmes formes.

Ainsi, nous pouvons voir un grand nombre de dyades en anneau, mais toutefois une partie de la masse est encore présente.

Ensuite, les extrémités des cordons se séparent aussi et ces derniers subissent un mouvement de rotation qui change leur position. Certaines dyades sont en forme de croix.

L'évolution des bâtonnets peut s'arrêter à l'une des phases ci-dessous : bâtonnets parallèles, dyades en forme de V, dyades en forme d'anneau, dyades en forme de croix, ou passer par toutes ces phases. D'ailleurs, ceci résulte du fait que différentes formes de dyades sont présentes en même temps à la prophase.

Les chromosomes étant nombreux et souvent entassés les uns au-dessus des autres, il est difficile de les compter. Le nombre que nous avons trouvé varie entre 50 et 53 dyades. La difficulté du comptage est encore augmentée du fait que les chromosomes sont coupés et portés par deux coupes successives : la superposition des dessins serait plus facile pour un nombre de dyades moins élevé (fig. 19).

Conclusions. — A partir de la formation des nucléoles dans les ovocytes très jeunes, pendant la résolution des chromosomes goniaux et jusqu'à la formation des chromosomes définitifs, un seul élément est présent dans les vésicules germinatives : l'élément nucléinien. Cet élément acidophile paraît être formé au moment de la résolution des chromosomes goniaux.

Nous n'avons jamais constaté la coexistence de l'élément chromosomique et de l'élément nucléolaire pendant toute la phase d'accroissement de l'ovocyte.

Après la résolution des chromosomes goniaux, les nucléoles apparaissent ; ils subissent ensuite différentes transformations et disparaissent au moment de la formation des chromosomes, après avoir donné naissance à ces derniers. Ce phénomène peut correspondre à un changement chimique qui se produirait à ce moment. Les chromosomes sont alors le seul élément visible dans la cellule germinative.

Comme nous l'avons vu, les divisions que subissent les nucléoles pendant toute la phase d'accroissement de l'ovule, sont dues à l'accumulation de substances nouvellement élaborées, produisant une diminution de la tension superficielle.

Le rôle des nucléoles est de fournir les chromosomes du fuseau. Quant à une partie des substances mises en liberté pendant la résolution, nous pensons que ce sont des substances nécessaires au métabolisme général de l'ovule ; elles ne concourent pas à la formation du vitellus, car celui-ci se forme en grande quantité dans les cellules épithéliales de l'œuf, principalement dans celles qui se trouvent aux deux pôles.

Nous n'avons jamais vu d'expulsions de nucléoles dans le cytoplasme. La phase synaptique manque.

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire et formation des chromosomes chez *Tæniothrips inconsequens* Uzel.

Les gaînes ovariques de *Taeniothrips inconsequens* Uzel sont très allongées ; à l'extrémité de la gaîne, les jeunes cytes sont placées par rangées de deux ovules : un tiers de la gaîne est occupé par ces éléments, les plus jeunes que nous ayons pu observer. Le noyau de ces ovocytes contient un gros nucléole, seul élément visible, et le cytoplasme qui l'entoure est plus abondant que dans les cytes du même stade appartenant aux autres espèces étudiées. Ce stade nous paraît identique à celui qui est caractérisé par un gros nucléole primitif dans *Parthenothrips dracaenae*, *Heliothrips haemorrhoidalis* et *Aptinothrips rufus*. Dans les deux premières espèces, où nous avons pu voir des stades encore plus jeunes, nous avons pu suivre la dissolution des chromosomes goniaux, qui coïncide avec l'apparition du nucléole et la première phase d'accroissement de celui-ci.

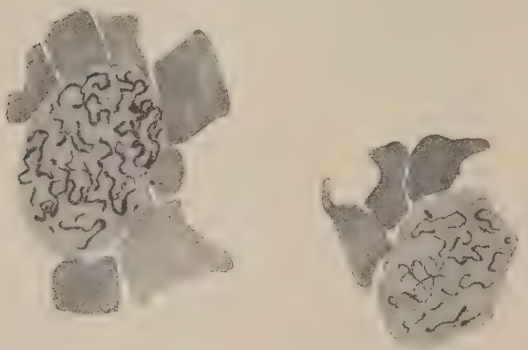


Fig. 13.
Anses nucléolaires. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration de Kull. (*Aptinothrips rufus.*)

Pour *Taeniothrips inconsequens*, nous considérons comme possible l'existence d'un stade semblable pendant lequel les chromosomes goniaux ont subi une dissolution complète dans le cynoplasme avant la formation d'un nucléole unique.

Ce nucléole, que nous pourrions appeler la matière chromatique à réaction acidophile de l'ovocyte, subit différentes modifications qui se font par étapes bien caractéristiques.

Première Phase

Période I. — Le nucléole des ovocytes s'accroît et devient à peu près aussi gros que le noyau lui-même : il est alors parfois un peu allongé, mais le plus souvent sphérique Il se colore fortement par l'hématoxyline au fer et il devient d'un beau rouge vif avec la fuchsine acide ; donc, il possède

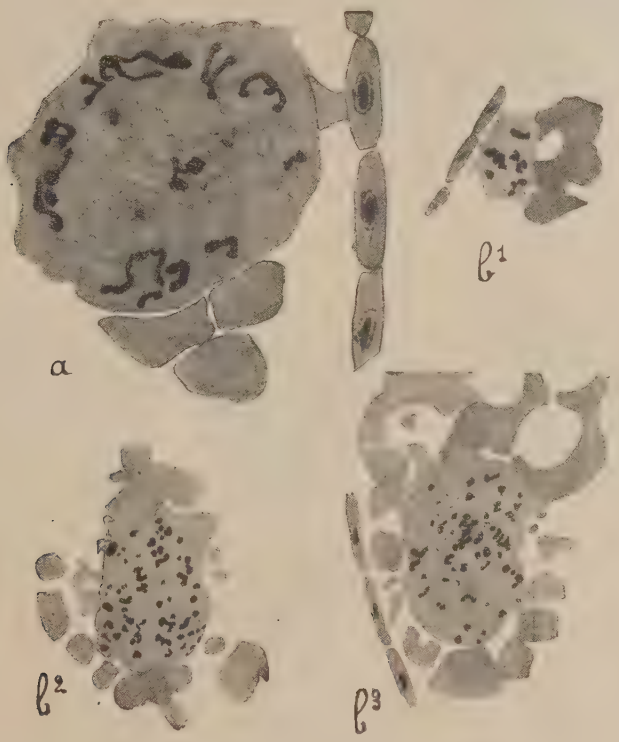


Fig. 14.

Résolution nucléolaire. — *a*) Anses en petit nombre situées à la périphérie de la vésicule germinative ; *b*) Fragmentation des anses (*Aptinothrips rufus.*)

une très grande affinité pour les colorants et il se présente comme un élément nettement acidophile (fig. 20, *a*).

Période II. — A la période d'accroissement, il se produit une fragmentation du nucléole qui peut donner, dans les vésicules germinatives des

ovocytes plus avancés, trois, quatre ou même un plus grand nombre de nucléoles (fig. 20, *a*). La division continue et elle devient même très active, au point que, dans des vésicules germinatives peu éloignées, on trouve un

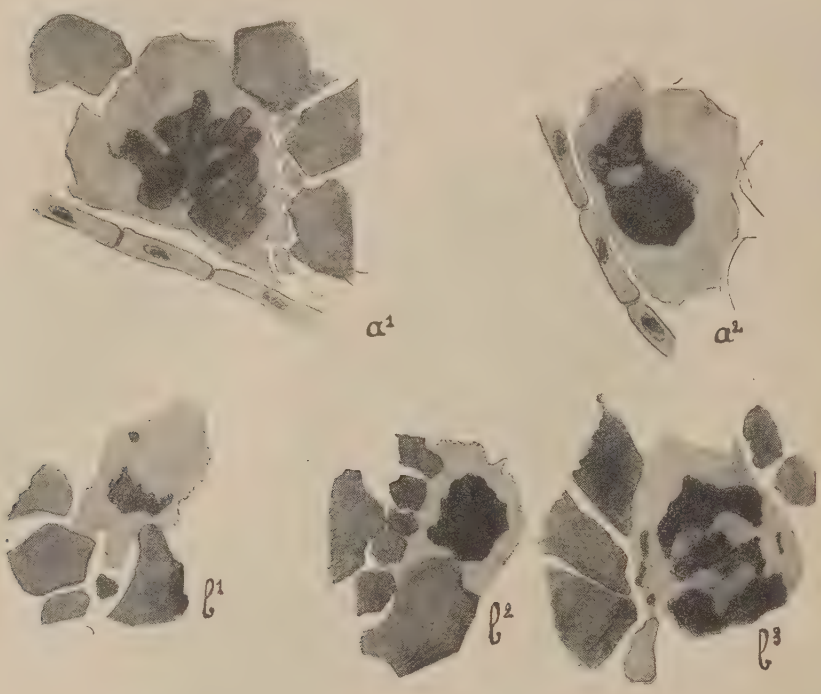


Fig. 15.

Masses nucléolaires. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline au fer. (*Aptinothrips rufus.*)

grand nombre de ces fragments de matière chromatique acidophile, que nous allons appeler nucléoles à cause de leur affinité pour les colorants acides.

Ces nucléoles ont alors des formes et des dimensions variables et ils sont répandus dans toute la vésicule germinative ; ils possèdent la même propriété chromophile et ils sont aussi acidophiles que dans la première période (fig. 20, *a*, *b*).

Période III — A cette période, l'aspect du noyau est modifié par la transformation des nucléoles en cordons ou en filaments (fig. 20, *c*, *d*). On voit au centre des filaments complètement formés, tandis qu'on observe

à la périphérie de gros nucléoles arrondis ou parfois un peu allongés ; ceux-ci sont en voie de donner des figures semblables à celles qui se trouvent au centre (fig. 20, *e*, *f*).

A ce stade, la vésicule germinative est entièrement occupée par des anses. Nous avons observé une phase identique chez *Heliothrips haemorrhoidalis* et *Aptinothrips rufus*.

Période IV. — L'existence de ces anses dans les vésicules germinatives est, par contre, pour *Taeniothrips inconsequens* Uzel, de très courte durée. Leur résolution commence en effet à une époque où les granulations vitellogènes font complètement défaut dans le cytoplasme ; la résolution se fait à partir des anses situées au centre de la vésicule germinative et qui se présentent alors sous un aspect granuleux (fig. 21).

Nous pouvons même comparer ces anses aux « chromosomes poussiéreux » des auteurs : l'emplacement des anses est marqué par des tractus de granulations très fines comme une poussière.

Deuxième Phase

Période I. — A mesure que les anses disparaissent par fragmentation dans la vésicule germinative, de gros nucléoles apparaissent (fig. 22, a^1, a^2). Ils sont au début en petit nombre et répartis irrégulièrement. Aux stades suivants leur nombre est plus élevé (fig. 22 *b*) ; cette deuxième série de nucléoles donnera naissance à une deuxième série d'anses dont l'évolution nous paraît exactement identique à celle de la première série issue des nucléoles primaires.

On observe ensuite des périodes tout à fait semblables aux périodes II, III et IV de la première phase, avec cette seule différence que les ovocytes sont plus grands ; le cytoplasme a complètement disparu et, à sa place, on observe des grains de vitellus. A la période de résolution des anses, on peut voir également des tractus de fines granulations (fig. 23, *a*, *b*, *c*), de même que dans les figures 21 et 22, *a*, *b*.

La troisième série de nucléoles apparaît alors : à cette phase, les tractus ont disparu et dans toute la vésicule germinative on peut voir, en dehors des gros nucléoles très acidophiles, dont le nombre est de plus en plus grand, des granulations réparties uniformément et aussi acidophiles que les gros nucléoles.

Troisième Phase

Période I. — On observe une prolifération très accentuée des nucléoles de la troisième série qui, bientôt après, se transforment en anses. Au début, ces anses sont courtes, puis elles s'allongent et grossissent en épaisseur :

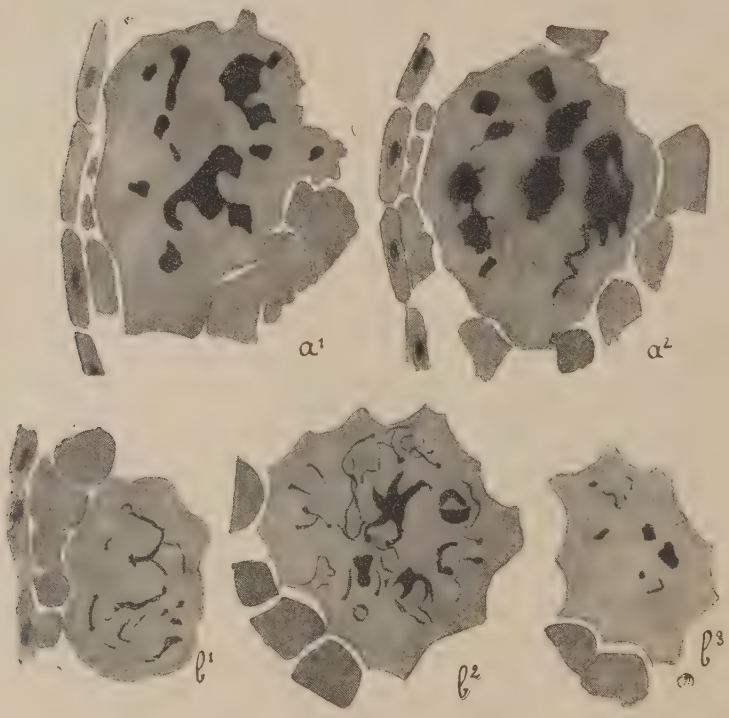


Fig. 16.

Résolution nucléolaire type B. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Aptinothrips rufus.*)

elles deviennent ainsi de plus en plus longues et épaisses (fig. 24, *a*, *b*), et finalement, elles forment de gros tronçons chromatiques, présentant une forte colorabilité (fig. 25). Sur certaines coupes, on remarque facilement que ces gros fragments se sont formés par entassement des anses raccourcies (fig. 26).

Nous n'avons jamais vu de masse chromatique et nous pensons que la phase de gros tronçons est l'équivalent des figures à masse

chromatique des ovocytes d'*Heliothrips haemorrhoidalis* et d'*Aptinothrips rufus*.

Période II. — Ce stade est caractérisé par la résolution des tronçons chromatiques. Les granulations qui avaient complètement disparu au moment de la formation des anses aux dépens de la troisième série de nucléoles, commencent à reparaître. On peut voir de fines granulations qui se détachent à la surface des tronçons. Puis une fragmentation très poussée fera disparaître ces anses et, à leur place, ne resteront que des granulations. Cette période conduit à la formation des chromosomes du fuseau.

Formation des chromosomes. — Avant la formation des chromosomes et après disparition des tronçons chromatiques, la vésicule germinative est entièrement remplie de fines granulations. Quelques fragments ne tardent pas à apparaître vers le centre de la vésicule germinative ; ils sont en général très petits et de formes variables ; quelques-uns sont allongés et un peu courbés, toutefois la majorité de ces fragments ont une forme plutôt arrondie, figurant comme de petites gouttelettes. C'est le début de la formation des chromosomes (fig. 27, *a*).

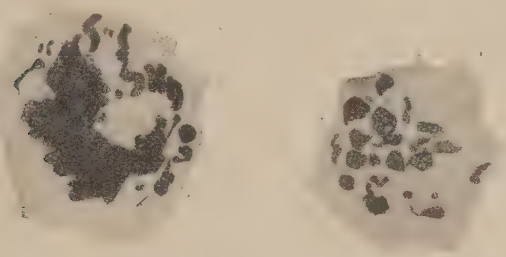


Fig. 17.
Résolution de la masse nucléolaire. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique (*Aptinothrips rufus*.)

On observe que le centre de la vésicule devient plus clair et que les granulations issues de la fragmentation restent seulement dans la zone périphérique et forment comme une couronne, tandis que celles se trouvant au centre disparaissent à mesure que les chromosomes se forment.

Les chromosomes qui, au commencement, étaient en petit nombre, quatre ou cinq granulations, deviennent de plus en plus nombreux et la plaque équatoriale se forme bientôt (fig. 27, *b*, c^1, c^2).

A ce stade, les chromosomes sont en général très petits, de forme allongée, et peu courbés. Nous avons pu voir un grand nombre de plaques équatoriales, car cette phase paraît être de longue durée et nous avons essayé d'établir le nombre des chromosomes du fuseau. Bien que les comptages ne nous aient pas donné de chiffres considérables, nous ne pouvons pas fournir un nombre exact, car ces éléments sont de très petite taille et malgré cela, parfois coupés, ce qui rend leur numération difficile.

Nous avons obtenu des chiffres qui varient entre 18, 19 et 21. Si ces différences ne sont pas dues à une mauvaise numération et à l'action du rasoir — ce que nous avons cherché à éviter dans la mesure du possible — ce nombre ne varie qu'entre des limites très restreintes.

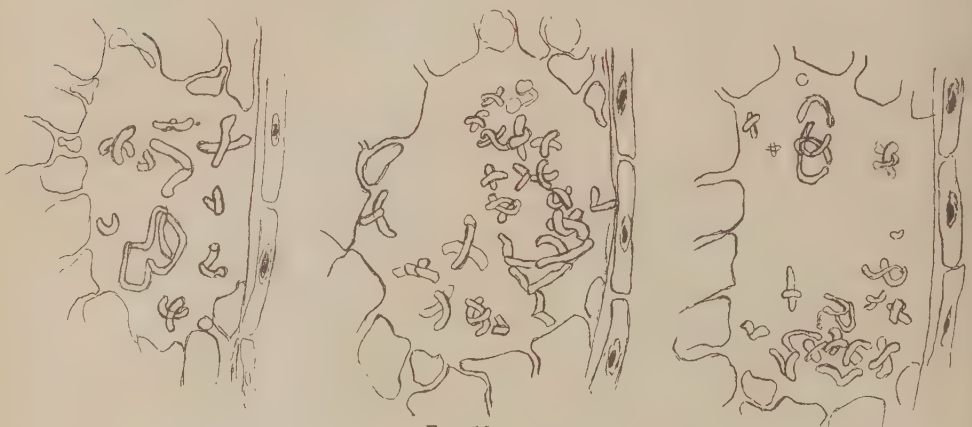


Fig. 19.

Dyades d'*Aptinothrips rufus* Gmelin. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Les chromosomes sont parfois allongés, parfois plutôt arrondis ou en forme de courts bâtonnets épais. Ils apparaissent dans la vésicule germinative à mesure que disparaissent au centre les granulations issues de la fragmentation du tronçon chromatique.

Ce tronçon chromatique s'est formé après différents changements subis par le nucléole primaire depuis la résolution des chromosomes goniaux, la matière chromatique acidophile est le seul élément présent dans les vésicules germinatives. Dans ce cas, il nous semble que le nucléole joue un double rôle : nutrition et formation des chromosomes. La grande quantité de matières nucléolaires qui se forme et se dissout ensuite fournit ainsi des substances nécessaires au métabolisme de l'œuf.

Cette matière chromatique acidophile ne concourt pas à la formation du vitellus, car nous n'avons jamais vu d'expulsion de nucléoles dans le cytoplasme.

Les granulations qui sont situées à la périphérie de la zone claire où se forme la plaque équatoriale peuvent être interprétées comme un résidu qui, plus tard, sera utilisé ou non. Nous considérons comme possible l'intervention de ces substances dans un cas de division réductionnelle pour la régulation du nombre des chromosomes, soit qu'elles fournissent directement, après une transformation chimique, la matière nécessaire pour

atteindre le nombre diploïde, soit qu'elles aient le pouvoir d'élaborer des substances semblables aux chromosomes.

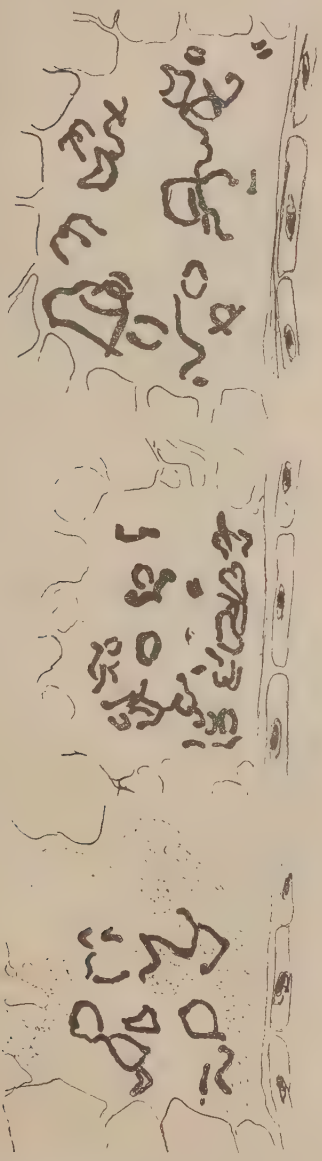


Fig. 18.
Dyades de *Aptinothrips rufus* Gmelin. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Conclusions. — L'évolution de la vésicule germinative des ovocytes de *Taeniothrips inconsequens* Uzel, après la dissolution des chromosomes goniaux et l'apparition du nucléole, est caractérisée par l'augmentation de la matière nucléolaire et sa dissolution dans le suc nucléolaire, phénomène qui se répète plusieurs fois pendant le grand accroissement de l'ovule. Cet élément nucléolaire a une réaction acidophile très nette.

La fragmentation des tronçons conduit à la formation des chromosomes définitifs. Après la résolution de ces tronçons, la vésicule germinative est remplie de granulations uniformément répandues. A la phase qui suit, quelques corpuscules se détachent vers le centre de la vésicule. Leur nombre s'accroît en même temps que les granulations se trouvant au centre de la vésicule germinative disparaissent. Une zone claire se forme ainsi au milieu, entourée d'une autre zone à granulations fortement colorées. Dans cette zone claire, la plaque équatoriale ne tarde pas à se former. Le nombre des chromosomes varie entre 18 et 21.

Nous avons interprété les granulations de la zone fortement colorée, ainsi que les quelques gros fragments qui s'y trouvent, comme un reste de la substance, nucléolaire qui serait déposé là comme un résidu qui, plus tard, sera ou non repris dans le métabolisme général de l'œuf. Il nous paraît possible que ce reste de l'appareil nucléolaire puisse jouer un rôle dans la régulation du nombre des chromosomes, si une division réductionnelle a lieu, car nous avons montré dans la partie biologique de notre travail que cette espèce a une reproduction parthénogénétique télytoque prépondérante.

Les chromosomes du fuseau se forment aux dépens de l'élément nucléolaire dont l'évolution très compliquée a été décrite. Il n'y a pas d'expulsion de matières nucléolaires dans le vitellus et l'étape synaptique manque.

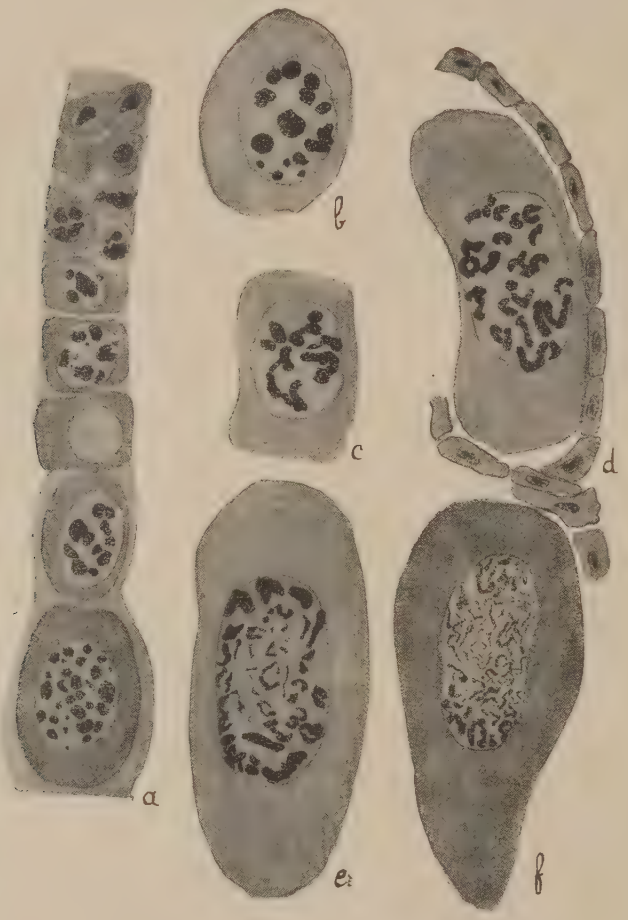


Fig 20.

Evolution de la matière nucléolaire dans les ovocytes jeunes de *Tœniothrips inconsequens* Uzel. Fixation au Cárnoy. Coloration de Kull.

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire chez *Limothrips denticornis* Haliday.

Nous pouvons trouver les ovocytes les plus jeunes dans les gaînes ovariques des nymphes et des femelles adultes de la deuxième génération, dont le développement est très lent pendant toute l'année.

Pour cette espèce, comme pour toutes celles qui sont étudiées dans ce travail, les gonies et leur division n'ont pas encore été observées.

Notre étude a porté sur les cytes dans la première phase de leur croissance. La dissolution des chromosomes goniaux s'est déjà produite et on voit seulement à leur place des grumeaux de chromatine ; en même temps, des nucléoles se sont formés : ils sont très petits et leur nombre peut varier de trois à cinq. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'extrémité de la gaîne, le nombre des nucléoles diminue et leur taille s'accroît de telle sorte que l'on voit bientôt dans la vésicule germinative un seul nucléole et plusieurs grumeaux de chromatine, disséminés particulièrement à la périphérie du noyau (fig. 1 et 2, pl. II).

Fig. 21.

Résolution des anses nucléolaires. Fixation au Carnoy. Coloration de Kull. (*Taeniothrips inconsequens.*)

Première Phase

Période I. — La matière nucléolaire s'accroît et forme un gros nucléole que l'on pourrait appeler masse chromatique à réaction acidophile, très semblable à la même formation des autres Thysanoptères étudiés (fig. 1, pl. II).

Une division de cet élément se produit dans les vésicules germinatives des ovocytes plus développés ; plusieurs fragments, de forme et de taille différentes, restent à la place de cette première masse chromatique (fig. 3, pl. II).

A un stade encore plus avancé, le nombre des fragments est plus élevé et leur taille plus petite (fig. 4, pl. II).

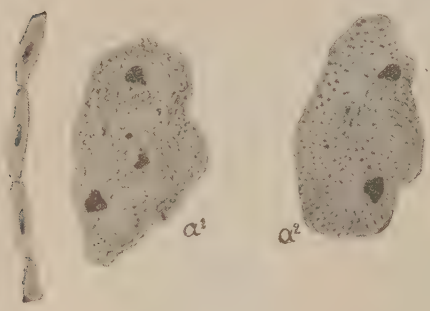
Période II. — Bientôt, aux dépens de ces fragments, prennent naissance des filaments et le processus qui mène à leur formation se fait d'après deux types différents :

Type A. — C'est le type le plus fréquent et il a beaucoup d'analogies avec la formation des anses nucléolaires chez les autres espèces.

Les fragments s'allongent petit à petit et ainsi (fig. 4, pl. II) prennent naissance les filaments. Les vésicules germinatives qui suivent ont un plus grand nombre de ces filaments, qui sont de plus en plus nombreux et de plus en plus minces. Il nous semble que leur multiplication se fait par division transversale, car nous n'avons pas vu de filaments parallèles qui nous permettent de supposer une division longitudinale.

On arrive ainsi à constater, dans les ovocytes qui se suivent immédiatement, un nombre de filaments de plus en plus grand (fig. 5 et 6, pl. II).

Type B. — Ce mode de formation des filaments nous paraît peu répandu et résulter plutôt d'une mauvaise fixation. Néanmoins, comme il a été observé sur des pièces préparées par la même technique que celles qui nous ont montré le type A, nous le signalons également.



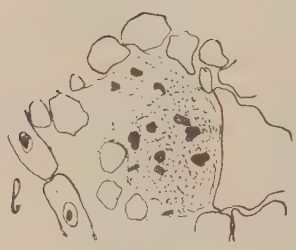


Fig. 22.
Formation des nucléoles de la deuxième génération. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration de Kull. (*Taeniothrips inconsequens.*)

Le nucléole primitif se segmente en fragments plus ou moins volumineux qui subissent une dissolution partielle de la matière qui les constitue, une sorte de vacuolisation qui met en liberté des filaments plus ou moins enchevêtrés, pelotonnés, qui se fragmentent ensuite et forment les filaments ou anses nucléolaires (fig. 7, pl. II).

Période III. — A cette période, les filaments présentent des renflements et deviennent plus courts, leur substance paraissant se ramasser sur elle-même (fig. 8, 9 et 10, pl. II). Ensuite, des granulations apparaissent à leur place comme des gouttelettes arrondies de taille variable (fig. 11, pl. II). C'est seulement à ce stade que les grains de vitellus commencent à apparaître.

Deuxième Phase

Période I. — Dans les ovocytes dont le vitellus nutritif est complètement formé, nous observons de nouveaux cordons allongés et de gros fragments à l'un des pôles de la vésicule germinative. A ce stade, la vésicule germinative est tout à fait périphérique et elle repose sur les cellules épithéliales de l'œuf (fig. 12, pl. II).

Il semble que les granulations qui se sont formées pendant la période III de la première phase aient donné ces cordons par un changement de forme d'ordre purement physique.

Période II. — Dans les vésicules germinatives d'autres ovocytes qui paraissent se trouver à un stade de développement voisin des précédents, on

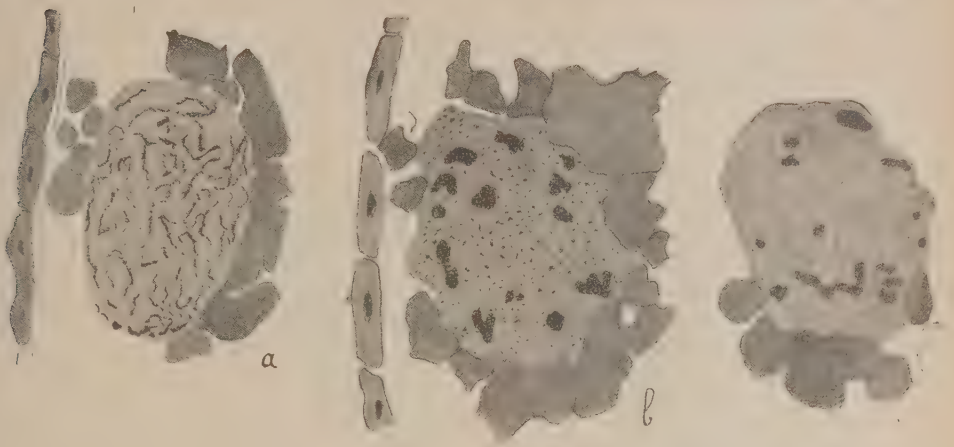


Fig. 23.
Résolution des anses nucléolaires de la deuxième génération. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration de Kull. (*Taeniothrips inconsequens.*)

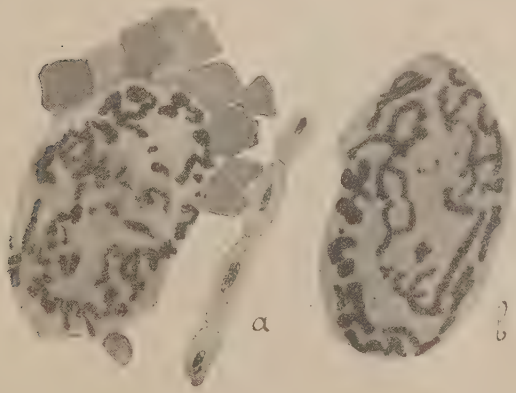


Fig. 24.
Anses nucléolaires. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Taeniothrips inconsequens.*)

Fig. 26.
Entasssement des anses raccourcies. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Taeniotrips inconsequens.*)

peut constater seulement la présence de morceaux volumineux et répandus irrégulièrement (fig. 13, pl. II).

Dans le cas indiqué ci-dessus, on trouve de semblables fragments en petit nombre à côté des cordons, le stade de développement de ces deux ovocytes étant à peu près identique : nous en avons conclu que la phase des gros fragments suit celle des cordons et que le passage de l'une à l'autre (fig. 12, pl. II) se fait, semble-t-il, par un phénomène semblable à celui qui

préside à la transformation des filaments en fragments à la période III de la phase I.

Période III. — Les fragments se réunissent en un seul et constituent de gros tronçons ou masses nucléolaires (fig. 14, pl. II), à partir desquels de nouveaux fragments se formeraient (fig. 15, pl. II), qui, cette fois, sont

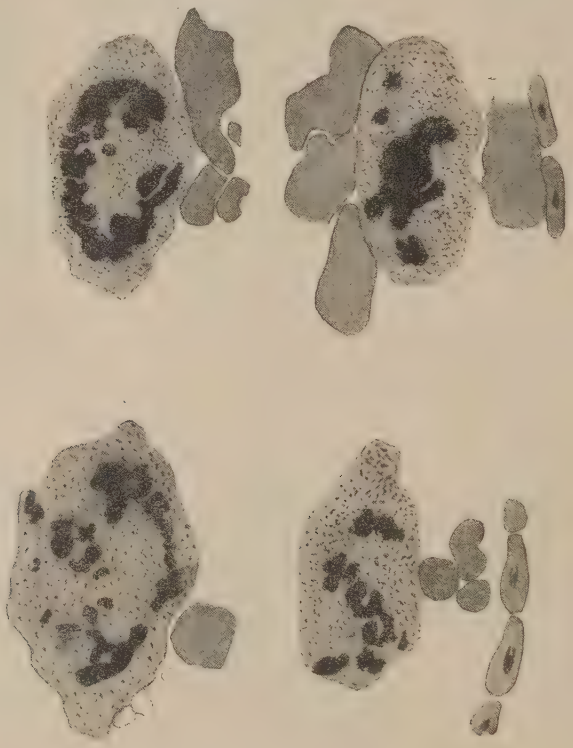


Fig. 25.
Formation des tronçons chromatiques. Fixation au Carnoy.
Coloration à l'Hématoxyline ferrique. (*Taeniothrips inconsequens.*)

répartis à la périphérie de la vésicule germinative ; on observe une vacuolisation préalable de ces éléments qui nous annonce leur fragmentation. Cette segmentation constitue le stade le plus avancé que nous ayons pu observer chez *Limothrips denticornis*, du fait que toutes les femelles que l'on coupe pendant l'été n'ont pas d'ovocytes développés et que, seuls, de rares individus présentent des œufs presque mûrs.

Conclusions. — L'évolution du complexe chromosomo-nucléolaire des ovocytes de *Limothrips denticornis* Haliday nous semble tout à fait sem-

blable à l'évolution du même élément dans les autres espèces précédemment étudiées.

Après la résolution des chromosomes des gonies, il reste seulement des granules de chromatine. Le nucléole, ou masse chromatique acidophile, prend naissance et grandit, se divise, puis donne un certain nombre de fragments qui donneront à leur tour des cordons.

A ce moment, les grumeaux de chromatine qui restaient se dissolvent

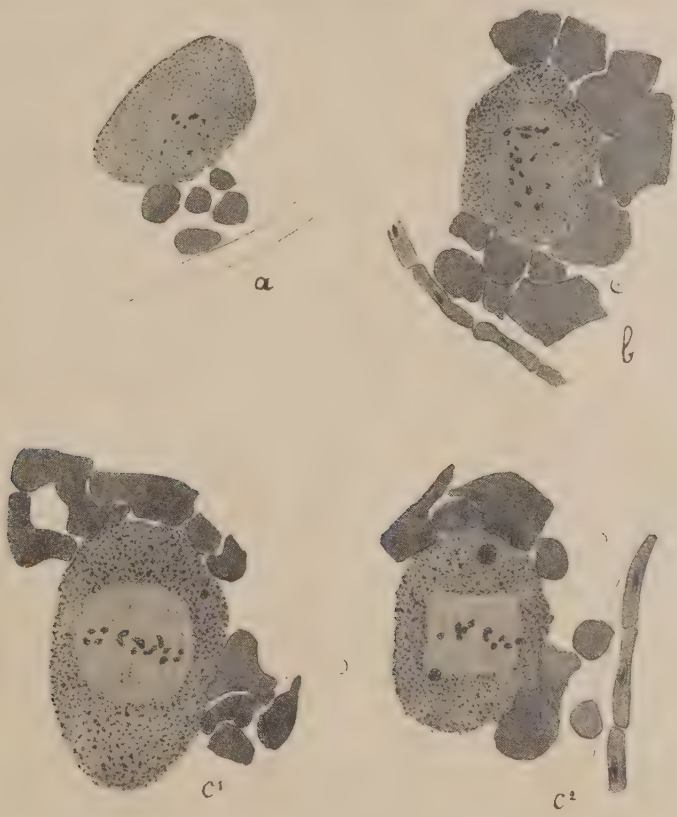


Fig. 27.

a, *b*) Formation des chromosomes. — c^1, c^2) Coupes successives dans une plaque équatoriale. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Héma toxyline ferrique. (*Taeniothrips inconsequens.*)

complètement dans le suc nucléolaire, de telle sorte qu'il n'existe plus qu'un seul élément, représenté par des cordons dont nous avons décrit la formation.

A partir de maintenant, cet élément persiste seul dans les vésicules germinatives. Il subit uniquement différents changements de forme, dûs

certainement à des modifications d'ordre physique consécutives au métabolisme général de l'œuf : il y a accumulation continue de substances et l'élément nucléolaire paraît être un véritable centre d'activité métabolique.

Quant à la formation des chromosomes, nous ne savons pas de quelle manière elle se produit, car nous n'avons pas pu voir d'ovocytes plus développés. Par suite de la grande ressemblance que présentent ces phénomènes nucléolaires pendant la phase d'accroissement avec ceux qui ont été déjà décrits pour *Heliothrips haemorrhoidalis*, *Aptinothrips rufus* et *Taeniothrips inconsequens*, il est très probable que la formation des chromosomes est identique.

Nous n'avons pas observé de phénomènes synaptiques ni d'expulsion de nucléoles dans le vitellus.

Donc, les chromosomes doivent se former, à la prophase, aux dépens de l'élément nucléolaire à réaction acidophile, qui est seul visible dans les vésicules germinatives après la dissolution des chromosomes des gonies.

CONCLUSIONS GENERALES DE LA PARTIE CYTOLOGIQUE

Origine de l'élément nucléolaire.

Chez *Parthenothrips dracaenae* Heeger, *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché et *Limothrips denticornis* Haliday, les ovocytes de l'extrémité de la gaîne ovarique sont au stade de dissolution des chromosomes goniaux, stade qui est plus avancé dans la dernière de ces espèces.

Dans les vésicules germinatives de *Parthenothrips dracaenae*, de courts bâtonnets peu courbés, les chromosomes, sont situés à la périphérie, tandis qu'au centre se trouve un petit nucléole. Nous n'avons pas vu l'apparition de ce nucléole primitif, mais nous assistons ensuite à une dissolution des chromosomes et à l'apparition concomitante de plusieurs nucléoles qui se réuniront plus tard en un seul.

De même, chez *Heliothrips haemorrhoidalis*, on observe des filaments flexueux à la périphérie des cytes très jeunes et un petit nucléole au centre. La dissolution de ces chromosomes ne tarde pas à se produire ici complètement, car, à des stades d'évolution correspondants, on ne trouve pas, dans les ovules de cette espèce, de grumeaux de matière chromosomique, comme chez *Parthenothrips* après la première résolution.

Le nucléole croît et se divise bientôt de telle sorte que l'on peut voir, dans des vésicules germinatives plus développées, plusieurs nucléoles et d'autres en voie de division.

Donc, la phase de premier accroissement du nucléole ou l'apparition des nucléoles subséquents (quatre ou cinq chez *Parthenothrips*) correspond à la résolution des chromosomes goniaux.

On a l'impression très nette qu'un passage de matières chromosomiques aurait lieu à ce stade vers le nucléole.

Aussi, nous pensons que le petit nucléole observé dans les cytes au moment de la résolution des chromosomes a pris naissance, lui aussi, aux dépens des chromosomes dissous les premiers.

D'ailleurs, l'origine chromosomique du nucléole a été signalée par différents auteurs pour d'autres espèces animales ou végétales.

En ce qui concerne la constitution du ou des nucléoles, en totalité ou en partie, aux dépens des chromosomes ou du réseau chromatique, deux hypothèses ont été émises : d'après certains auteurs, les nucléoles se formeraient directement, à partir de la matière chromosomique, par condensation d'un filament nucléolaire ; pour les autres auteurs, les nucléoles proviennent indirectement de la chromatine par un changement chimique.

L'origine chromatique des nucléoles a été mise en évidence par O. Hertwig (1878), Rezius (1881), Strasburger (1882), Leydig (1883), Guignard (1885), Born (1892), Martens (1893), Hertwig (1898), Fulton (1898), Lubosch (1902), Schmidt (1904), Marie Loyez (1905-1906), Caroline Mc. Gill (1907), etc...

Von der Baehr, en 1920, constate que l'apparition des chromosomes coïncide avec la résolution des nucléoles et Ch. Champy, en 1913, conclut dans son travail à la possibilité de la reconstitution des chromosomes à la télophase, à partir du substratum visqueux.

Chez les Thysanoptères les nucléoles prennent naissance à partir des chromosomes par dissolution de la matière de ces derniers dans le suc nucléolaire et sa condensation en nucléoles avec ou sans changement chimique.

Evolution de l'élément nucléolaire.

Après la dissolution des chromosomes goniaux, qui se fait complètement (*Heliothrips haemorrhoidalis*) ou partiellement (*Limothrips denticornis* et *Parthenothrips dracaenae*) et jusqu'à la formation des chromosomes du fuseau, donc, pendant toute la phase de grand accroissement de l'ovocyte, l'élément nucléolaire est le seul élément présent dans les vésicules germinatives, en dehors de quelques grumeaux de chromatine qui persistent pendant quelque temps chez *Parthenothrips* et *Limothrips*.

On peut suivre l'évolution très compliquée de cet élément dans les ovocytes placés les uns au bout des autres dans les gaînes ovariques. La formation plus ou moins avancée des grains de vitellus, ainsi que la forme et la position de la vésicule germinative dans l'œuf, nous ont permis d'interpréter le stade auquel se trouvaient les ovocytes.

Nous avons constaté une transformation continue du nucléole, qui

se présente sous des aspects très différents : ainsi, dans les vésicules germinatives des ovocytes du même individu, quelquefois se trouvant dans les mêmes gaînes ovariques, nous avons observé des fragments de forme et de taille variables, cordons plus ou moins épais, filaments entrelacés, granulations très fines, tronçons ou masses nucléolaires. D'ailleurs, on observe toujours des formes de passage entre ces figures et même la transformation d'un stade à l'autre se fait en plusieurs étapes bien distinctes.

Pendant toute la phase de grand accroissement de la vésicule germinative, on assiste à l'augmentation de volume de l'élément nucléolaire et à sa résolution. Une partie de cet élément persiste et va régénérer l'appareil nucléolaire. Il y a donc continuellement accumulation de matières nouvellement élaborées dans l'élément nucléolaire, qui est ainsi un véritable centre d'accumulation. La résolution de cet appareil nucléolaire a pour résultat la dissolution des substances emmagasinées dans les nucléoles qui seront utilisées dans le métabolisme de l'œuf.

Tous les changements de forme de l'élément nucléolaire paraissent être d'ordre purement physique et dus à une modification de la tension superficielle et de la viscosité, sous l'influence de différents excitants externes.

Pendant la phase de grand accroissement, la réaction de cet élément nucléolaire vis-à-vis des colorants est toujours la même : qu'il s'agisse de filaments, de gros fragments, de cordons plus ou moins épais, de granulations, de tronçons ou de masse nucléolaire, toutes ces figures se colorent toujours en rouge par la fuchsine acide et fixent avec la même intensité ce colorant, de même que l'hématoxyline ferrique.

Nous n'avons pas observé de modifications dans la colorabilité de cet élément, comme l'a signalé Ch. Champy dans ses recherches sur la spermatogénèse chez les Batraciens. D'après lui, dans une coloration (combinaison neutre) Azur-Magdala ou Bleu de méthylène, la chromatine des gonies 1 prendrait le rouge, tandis que celle des gonies 2 prendrait le bleu.

Champy a constaté un phénomène à peu près semblable pour les nucléoles : ceci est dû certainement à des modifications chimiques continues qui se produisent dans l'élément nucléolaire des Batraciens étudiés

Le seul changement de coloration que nous ayons constaté se produit au moment du passage des substances chromosomiques dans le nucléole. Chez les Thysanoptères, il n'existe aucune différence dans la colorabilité des mêmes éléments à des stades différents.

La formation des chromosomes.

a) *Apparition des chromosomes du fuseau de maturation. — Leur origine.*

Les auteurs qui nient l'individualité des chromosomes admettent qu'ils

sont néoformés à la prophase de chaque cinèse de maturation. Ces idées furent émises pour la première fois par Della Valle en 1909 et 1912 ; depuis, d'autres auteurs se sont montrés partisans de cette théorie : parmi eux, Ch Champy (1913), Hovasse (1922), Schitz (1925) et Morita (1927).

Ils pensent que le noyau à l'état de repos est homogène et qu'à la prophase les chromosomes se forment aux dépens d'une solution colloïdale, un peu comme les cristaux se forment aux dépens d'une solution vraie.

Paolo Della Valle et, plus tard, Hovasse, comparent les phénomènes d'apparition des chromosomes avec ceux qui accompagnent l'apparition d'une phase nouvelle dans un fluide homogène.

Morita considère les chromosomes comme prenant leur forme définitive à la prophase par accumulation propre de toute la substance chromatique : ils apparaissent dans un noyau homogène.

Champy admet que le noyau à l'état de repos est homogène, mais il remarque que Della Valle néglige l'existence des nucléoles dans le noyau, leur présence fréquente, sinon constante au début de la prophase, leurs divisions répétées avant l'apparition du filament et ensuite la disparition de la plupart d'entre eux.

Champy dit que le substratum visqueux des chromosomes peut avoir des rapports avec le nucléole, mais il ne l'affirme pas ; il constate beaucoup de caractères communs entre ces deux substances, il a même l'impression que c'est la même matière.

D'ailleurs, Ch. Champy, étudiant le mécanisme de la formation des chromosomes des gonies dans la spermatogénèse des Batraciens, constate une division des nucléoles avant la formation du filament. Cet auteur croit que les nucléoles ont pris part à la formation des filaments, car ces derniers présentent au début de leur existence des nodosités qui ont temporairement, vis-à-vis des colorants, la même réaction que le nucléole.

L'origine nucléolaire, tout au moins en partie, des chromosomes définitifs a été d'ailleurs signalée par : Jordan (1893), Carnoy et Lebrun, pour les Batraciens (1898), Hertwig (1898), Fulton, pour les Poissons osseux (1899), Lubosch, pour le Triton (1902), Rhode (1903), Harper, pour le *Pigeon* (1904), Cerruti, pour les *Vertébrés* (1903), Janssens et Joseph Willems, pour *Alytes obstetricans* (1908), Van Camp G. M., pour *Clivia minuta* (1924), etc...

Chez les Thysanoptères que nous avons étudiés, pendant la phase de grand accroissement de l'œuf, le noyau contient l'élément nucléolaire, dont l'évolution très compliquée a été décrite dans ce travail.

Avant l'apparition des chromosomes du fuseau se produit une fragmentation de la matière nucléolaire, qui se présente le plus souvent à ce stade sous la forme d'une masse (*Aplinothrips rufus, Heliothrips haemorrhoidalis*) ou de gros nucléoles (*Perthenothrips dracaenae*). L'élément nucléo-

laire se présente également à cette phase sous la forme de gros tronçons chez *Taeniothrips inconsequens* et *Limothrips denticornis*.

La fragmentation de ces masses ou tronçons est totale chez *Aptinothrips*, *Heliothrips* et *Taeniothrips*, tandis qu'elle est partielle seulement avec gros fragments se détachant du double nucléole chez *Parthenothrips dracaenae*.

Aux dépens de ces fragments, d'origine nucléolaire, se forment les chromosomes. Ils prennent naissance directement par un simple changement de forme chez *Parthenothrips* ou par un changement à la fois physique et chimique chez *Aptinothrips rufus* et *Taeniothrips inconsequens*. Les fragments, au début de forme variable, ne tardent pas à émettre des prolongements qui s'allongent et deviennent des bâtonnets. Parfois, chez *Aptinothrips rufus*, par exemple, les fragments qui se détachent de la masse ont déjà la forme de bâtonnets.

Ailleurs, comme chez *Heliothrips*, les chromosomes se forment par une sorte d'exsudation de la substance interne des nucléoles.

A la prophase, l'élément nucléolaire se transforme entièrement (*Aptinothrips rufus*) ou partiellement (*Parthenothrips dracaenae* et *Taeniothrips inconsequens*) en chromosomes. Ainsi s'explique la présence des nucléoles après l'apparition des chromosomes et, même dans certains cas, leur persistance pendant la première division de maturation (*Parthenothrips dracaenae* et *Taeniothrips inconsequens*).

Donc, chez ces quelques espèces de Thysanoptères, les chromosomes du fuseau de la première division de maturation se forment aux dépens de l'élément nucléolaire — on pourrait dire aux dépens des substances chromosomiques primitives et aux dépens des substances élaborées ultérieurement par celles-ci.

Il semble que les substances chromosomiques soient douées du pouvoir d'élaboration seulement après reconstitution du ou des nucléoles et que la matière chromatique, qui présente les mêmes réactions que la chromatine vis-à-vis des colorants, soit une forme sous laquelle se présente cette dernière substance au moment de la division, quand l'élaboration est sinon arrêtée du moins peu active.

Qu'il s'agisse de nucléoles ou de chromosomes, nous nous trouvons toujours en présence d'une même substance qui subit des modifications physiques et chimiques en passant d'une forme à l'autre.

b) *La formation des dyades.*

Les chromosomes se présentent sous la forme de dyades, qui sont le plus souvent en V (*Parthenothrips*) ou en anneau (*Aptinothrips*) ; toutefois, des dyades en croix sont également fréquentes chez *Aptinothrips*, *Parthenothrips* et *Heliothrips*.

Les auteurs, qui expliquent la réduction numérique des chromosomes à la prophase, admettent la formation d'une même dyade aux dépens de deux chromosomes différents.

La conjugaison de ces chromosomes à la prophase se fait d'après deux processus distincts :

a) La conjugaison bout à bout (métacopulation prophasique) a été admise par Montgomery (1900) pour un *Peripatus*, Sutton (1902), Farmer et Moore (1903 et 1905), Moore et Embleton (1906) pour un Triton ; Stevens (1903) pour *Sagitta*, Gross (1904 et 1906) pour *Syromastes* et *Pyrrhocoris*, Dublin (1905) pour *Pedicellina*, Foot et Strobel (1905) pour *Allobophora*, Montgomery (1905) pour *Lycosa*, etc...

b) La conjugaison parallèle (par copulation prophasique) des filaments à la prophase a été admise par Ruckert (1892), Fick (1895), Winiwarther (1900), etc.

D'après ce dernier, la conjugaison se ferait pendant la phase synaptique. Cette idée est reprise par A. et K. Schreiner (1904-1905) ; Janssens (1905) explique la formation du filament leptotène par des filaments qui sont réunis bout à bout. Au stade leptotène, ces filaments se réunissent de telle sorte que la fissuration qui se produit à la prophase sépare deux chromosomes. Cette idée a été reprise par Schoenfeld (1901), Maréchal et Tretpakoff (1904), Grégoire, Bonnevie et Serat (1905), Schreiner et Stevens (1906), Van Molle (1907), Berghs (1909), Van Hoof (1911), Champy (1913), etc., etc.

Par contre, Flemming (1887) et Meves (1896) avaient constaté que les anneaux chromatiques de la prophase résultaient de la fissuration d'un même chromosome.

Chez les Thysanoptères, le phénomène de transformation des chromosomes en dyades ne peut être rapporté à l'opinion de la première série d'auteurs cités.

Par contre, ce phénomène se rapproche des observations faites par Flemming et Meves : Après l'apparition des bâtonnets qui sortent tout formés de la masse nucléolaire (cas fréquent chez *Aptinothrips*) ou qui provient d'un fragment issu de ce dernier élément, il semble bien qu'il y ait une division longitudinale donnant des bâtonnets parallèles (phénomène très distinct chez *Parthenothrips*).

Ces bâtonnets changent de position relative et il en résulte différentes formes de dyades : si les bâtonnets s'écartent l'un de l'autre par une seule extrémité, on a les formes en V, tandis que si les parties médianes s'éloignent seules l'une de l'autre, les extrémités restant soudées, on a les dyades en anneaux, fréquentes chez *Aptinothrips rufus* ; les dyades en V ou en anneau peuvent donner des dyades en croix par une sorte de rotation.

Dans une même espèce et dans les mêmes vésicules germinatives, on peut remarquer en même temps différentes formes de dyades, bien que,

souvent, une forme soit prépondérante. L'évolution de ces dyades peut passer par toutes les formes décrites ou s'arrêter à l'une d'elles.

Le phénomène de fissuration des chromosomes paraît être un phénomène d'ordre physique, résultant d'une nouvelle variation de la tension superficielle, sous l'influence de différents excitants externes.

Individualité et nombre des chromosomes.

Chez les Thysanoptères, la formation des chromosomes à la prophase aux dépens de l'élément nucléolaire ne peut pas s'accorder avec la théorie de l'individualité des chromosomes et surtout avec la différence qualitative de ceux-ci.

La coïncidence du phénomène de résolution des chromosomes goniaux avec l'apparition des nucléoles nous montre le passage de ces substances chromosomiques dans l'élément nucléolaire qui, après une évolution plus ou moins compliquée, donnera les chromosomes du fuseau.

Donc, les matières chromosomiques primitives prendront part, à côté des éléments nouvellement élaborés, à la constitution des chromosomes, mais leur répartition est régie par le hasard seul. Quant au nombre des chromosomes dans les espèces où leur numération est moins difficile, grâce à un nombre peu élevé et à une taille plus grande, il varie entre des limites très rapprochées.

Les seules variations que nous ayons pu mettre en évidence sont de une, deux ou trois unités. Ainsi, chez *Taeniothrips inconsequens*, il y a 18 à 20 chromosomes dans toutes les plaques équatoriales. D'ailleurs, ces variations peuvent être dues simplement à un mauvais comptage, car une partie des chromosomes a commencé déjà à se diviser et on peut alors se tromper facilement.

Chez *Parthenothrips dracaenae*, le nombre des chromosomes, soit 15, est à peu près constant à toutes les prophases que nous avons observées. Très exceptionnellement, nous avons pu voir 14 chromosomes.

D'ailleurs, il nous semble que la néoformation des chromosomes à la prophase peut fort bien s'accorder avec la fixité du nombre des chromosomes : il doit s'établir un équilibre correspondant à un nombre fixe, par exemple quinze pour *Parthenothrips dracaenae*, le seul nombre qui puisse se concilier avec la vie normale des individus appartenant à la même espèce.

Ce nombre fixe de chromosomes correspond à une quantité constante de chromatine de la vésicule germinative pour un même stade et pour une même espèce dans des conditions identiques.

CONTRIBUTION A L'ETUDE ECONOMIQUE DES THYSANOPTERES DE FRANCE

Les Thysanoptères ont été peu étudiés en France et à l'époque actuelle, où ce groupe est bien connu dans le nouveau continent et dans la majeure partie des pays européens, en France, on a cité seulement quelques espèces.

Dans ce travail, nous donnerons à côté de quelques observations personnelles un court aperçu sur les espèces nuisibles qui ont été observées dans notre pays, la nature des dégâts produits et les moyens de lutte envisagés par différents auteurs français ou étrangers.

I. Thysanoptères nuisibles aux cultures potagères.

On a signalé surtout des Thysanoptères nuisibles aux cultures de Pois et aux cultures de Poireaux.

Ainsi, en 1910 et pour la première fois en France, des dégâts occasionnés par des Thrips aux cultures potagères furent remarqués par J. Grossen sur les cultures de pois.

D'après cet auteur il s'agirait d'une espèce très commune, le *Limothrips cerealium* Hal. Les larves qui pullulent pendant l'été paraissent être plus nuisibles que les adultes. Sous l'action de ce parasite, les gousses jeunes se déforment, noircissent et se dessèchent. Les larves s'attaquent aussi aux fleurs, pénètrent dans le calice et détruisent l'ovaire.

D'après les descriptions données, il nous semble possible que l'auteur ait fait erreur en ce qui concerne la détermination de ce Thrips.

En 1913, A. Vuillet et L. Gaumont constatent également sur les Pois, au Chesnoy, près de Montargis, la présence d'un Thrips jusqu'alors inconnu en France, *Frankliniella robusta* Uzel ou d'après la nomenclature actuelle *Kakothrips robustus* Uzel (Williams).

Ce Thrips s'est montré pour la première fois nuisible aux cultures de Pois en Angleterre, dans la région d'Oxford, et il fut décrit par Westwood sous le nom de *Thrips pisivora.*

En 1913, au Chesnoy, trois récoltes furent successivement détruites par *Frankliniella robusta* Uzel. D'après A. Vuillet, les Thysanoptères rentrent dans les fleurs dont ils déterminent la stérilité et dans les bourgeons foliaires qu'ils détruisent.

Schilling, Theobald et Williams ont constaté aussi des dégâts sur les gousses.

En 1914 *Frankliniella robusta* Uzel, le Thrips des Pois, a continué ses

dégâts dans le Loiret, comme il ressort du rapport phytopathologique de P. Marchal pour l'année 1914, mais sans produire des dégâts considérables par suite de son apparition tardive

Depuis cette date nous n'avons pas en France d'autres documents sur ce Thrips, bien qu'il ait dû poursuivre ses dégâts en différentes régions.

En 1928, nous avons eu l'occasion d'observer le *Kakothrips robustus* Uzel aux environs de Paris, à Verrières-le-Buisson; dans une culture de pois les dégâts produits principalement par les larves de ce Thrips étaient considérables. Les gousses attaquées étaient déformées, puis elles noircissaient et se desséchaient. Quelques gousses cependant poursuivaient leur développement, c'étaient celles qui avaient été produites par les premières fleurs et qui, au moment de l'apparition des Thrips étaient assez développées pour pouvoir résister aux piqûres des insectes.

Pour lutter contre *Kakothrips robustus* Uzel, les pulvérisations avec une solution savonneuse contenant en suspension de la poudre de Pyrèthre ont été utilisées avec succès par Theobald.

Williams conseille les solutions de savon noir et de nicotine : d'après cet auteur le traitement doit être effectué au moment où les larves se tiennent sur les gousses.

Grossen et French recommandent également le savon noir et la nicotine.

D'après Schilling, les pulvérisations avec une émulsion de pétrole seraient très efficaces.

Il faut surtout nettoyer le terrain de culture, brûler les tiges de Pois restées sur place ainsi que tous les débris qui pourraient servir d'abris aux Thrips pendant l'hiver. Il faut faire aussi un labour profond ou désinfecter le sol avec le sulfure de carbone.

Sur les Poireaux les dégâts ont été remarqués en France par A. Vuillet en 1913. D'après cet auteur il s'agissait d'une espèce alors nouvelle pour la faune de France, le *Thrips tabaci* Lind.

Ce Thrips très commun dans l'Ancien et le Nouveau Continent a été décrit en 1888 par Lindeman de Moscou à la suite de ses études sur les parasites des cultures du Tabac en Bessarabie.

D'après W. K. Knechtel, le *Thrips tabaci* Lind. fut observé également en Bessarabie par Widgalm en 1886, aussi sur les cultures de Tabac, et nommé par lui *Thrips solanaceorum*.

Le *Thrips tabaci* est une espèce cosmopolite et vit sur différentes plantes sauvages ou cultivées ; originaire d'Europe, elle a été introduite en Amérique où Packard l'observe pour la première fois en 1872 dans l'Etat de Massachusetts, produisant des dégâts considérables sur les Oignons.

Depuis, cette espèce fut citée comme nuisible en Amérique et toujours

sur les cultures d'Oignons par un grand nombre d'auteurs parmi lesquels : THAXTER, GILLETTE, HINDS, QUAINTANCE, WATTS, etc.

En France, d'après A. VUILLET, le *Thrips tabaci* Lind. est passé longtemps inaperçu du fait de sa petite taille et aussi parce qu'il appartient à un groupe peu étudié par les entomologistes. Les dégâts dus à ce Thrips étaient en général attribués par les cultivateurs aux larves de *Hylemyia antiqua* Meig, qui attaquent les Poireaux en même temps que les Thrips.

C'est aux environs du Mans que l'on a remarqué pour la première fois en France l'attaque de *Thrips tabaci* Lind. sur les Poireaux : les dégâts se manifestent surtout vers le milieu de l'été, les feuilles se décolorent, se dessèchent et tombent. D'après A. VUILLET, en 1913, les rendements des cultures de Poireaux furent dans cette région réduits de moitié.

Thrips tabaci Lind. qui s'attaque en Amérique et en France aux Oignons et aux Poireaux est considéré comme un ennemi très redoutable des cultures de Tabac dans le reste de l'Europe.

En Australie, il vit sur les arbres fruitiers produisant des dégâts évalués à 75 % de la récolte.

Pour lutter contre le Thrips du Poireau, A. VUILLET conseille les pulvérisations de savon à 3% ; d'après cet auteur la lutte est très difficile parce que les insectes se tiennent à la base des feuilles.

WATSON a indiqué l'efficacité de solutions faibles de savon et de nicotine.

Les émulsions de pétrole et les insecticides à base de nicotine ont été beaucoup employés par différents entomologistes dans la lutte contre le *Thrips tabaci* Lond. lorsqu'il attaque le Tabac.

Il est essentiel de prendre des mesures préventives contre les pullulations de cet insecte en détruisant les plantes sauvages se trouvant en bordure des champs sur lesquelles hiverne le *Thrips tabaci* Lind.

II. Thysanoptères nuisibles aux plantes industrielles.

En 1876-77, sur les bords de la Deule et de la Lys, d'importantes cultures de Lin ont été particulièrement éprouvées par une maladie dite la « brûlure du Lin ».

D'après A. LADUREAU cette maladie est due à un Thrips pullulant sur le Lin et auquel il donne le nom de *Thrips lini*. L'insecte s'attaque aux fleurs et aux feuilles ; on voit apparaître des taches sur les feuilles qui bientôt jaunissent. Les bourgeons sont également piqués par le Thrips.

Les jeunes plantes surtout ne peuvent pas résister aux piqûres de *Thrips lini*, elles se courbent vers la terre et, si des chaleurs surviennent, elles sont complètement détruites.

A. Ladureau dit que le vent favorise le passage des Thrips d'un champ à l'autre et qu'ils vivent aussi bien sur les céréales, ayant une préférence pour l'avoine.

Pour détruire cet Insecte l'auteur conseille l'emploi de la nicotine, de l'eau pétrolée et d'une solution aqueuse très étendue d'acide phénique. Il recommande également de fortifier les plantes par des applications d'engrais et d'utiliser un assolement tel que des cultures de Betteraves et de Pommes de terre succèdent aux cultures de Lin attaquées. On peut limiter les apports de Thrips par le vent en entourant les champs de paillassons.

Aujourd'hui on sait que la brûlure du Lin est une maladie due au champignon *Asterocystis radicis* de Wild.

Il nous semble possible que les Thysanoptères en cas de pullulation puissent contribuer à aggraver la maladie. [Voir Sorauer (Die Tierische Feinde), Ancienne édition, page 228 (*Thrips linarius*) et Nouvelle édition, page 263.]

III. Thysanoptères nuisibles aux céréales.

Les Thysanoptères se montrent généralement très nuisibles aux céréales et dans les pays où les cultures ont particulièrement à souffrir des attaques des Thysanoptères — notamment en Russie — leur biologie et les moyens de lutte ont fait l'objet de recherches très importantes.

En France, on a constaté également la présence des Thysanoptères sur les céréales, surtout sur le Blé.

A. Vuillet dans un manuscrit que nous avons trouvé à la Station entomologique de Paris — une introduction à l'étude de *Thrips frumentarius*, aujourd'hui *Haplothrips aculeatus* F. — en donnant un résumé des recherches de Beling sur la biologie de cet insecte, se demande si l'auteur se trouve en présence d'une seule espèce ou de deux espèces différentes. Malheureusement le manuscrit s'arrête après l'introduction et nous ne pouvons pas savoir si Vuillet, à côté de *Thrips frumentarius*, avait remarqué une autre espèce vivant sur le blé.

D'ailleurs ,en 1907, en Russie, on a identifié une autre espèce, *Haplothrips Reuteri* Karny qui vit également sur les céréales et dont les dégâts ont été attribués jusqu'à cette date à *Hapothrips aculeatus*,

D'après Kourdjumof et d'autres auteurs russes, *Haplothrips Reuteri* est l'espèce la plus répandue en Russie sur les céréales et celle qui produit le plus de dégâts.

C'est très probablement cette deuxième espèce que Vuillet avait remarqué en France sur les céréales.

Bohls, Znamensky, Nichitni et Kourdjumof ont observé parfois un régime carnivore pour *Haplothrips aculeatus* Fabr.

Kourdjumof considère cette forme comme une variété de *Haplothrips aculeatus* ; Karny, comme appartenant à une nouvelle sous-espèce *Haplothrips aculeatus* Fabr. s. sp. *Kourdjumovi* et Priesner la considère comme une espèce nouvelle *Haplothrips Kourdjumovi*.

En France, H. Gondé a signalé lui aussi sur le Blé la présence de *Haplothrips aculeatus* F. et celle d'autres *Thysanoptères* : le *Thrips cerealium* Hal. et le *Limothrips denticornis* Hal.

Les dégâts produits par *Haplothrips aculeatus* Fabr. et *Haplothrips Kourdjumovi* Pr. paraissent être les plus considérables. Ces Thrips vivent dans les épis où ils piquent les ovaires et produisent l'atrophie des fleurs. Les épis attaqués prennent une couleur blanchâtre, se courbent et les grains ne se développent plus. Les insectes peuvent aussi piquer les grains qui ne sont pas encore mûrs.

D'après Reuter, les dégâts se traduiraient par la déformation des glumes. Krafft cite cet insecte comme s'attaquant aux tiges de Blé.

Si les dégâts produits par *Haplothrips aculeatus* Fabr., le Thrips des épis, signalés par différents auteurs tant en France qu'à l'étranger sont à peu près toujours les mêmes, par contre les dégâts produits par *Limothrips denticornis* Hal. ont été différemment décrits suivant les auteurs.

Ainsi, Lindemann, dans son travail sur les ennemis des céréales, montre que le *Limothrips denticornis* Hal. produit la nécrose des épis, l'atrophie partielle de la fleur et des taches blanchâtres sur les feuilles; Kourdjumof et Znamensky distinguent des dégâts produits par les adultes — atrophie terminale de l'épi — des dégâts produits par les larves — taches blanc jaunâtre sur les dernières gaines foliaires; Reuter remarque des atrophies de l'épi et Schöyen observe que sous l'influence des piqûres de ce Thysanoptère les panicules d'avoine se séparent de la tige par rupture de cette dernière à la base de l'inflorescence. Des atrophies de l'épi ont été constatées par bien d'autres auteurs.

H. Gondé attribue aux larves de cette espèce des dégâts peu importants, notamment des taches blanchâtres sur les gaines des dernières feuilles.

Ayant étudié la biologie de *Limothrips denticornis* Hal. pendant l'année 1928-29 nous avons constaté les dégâts de cette espèce sur le Blé, sur le Seigle et sur d'autres Graminées sauvages ou cultivées. Nous n'avons jamais vu les dégâts produits par les adultes sur les épis ; les femelles qui hivernent dans le sol vivent pendant très peu de temps et en très petit nombre dans les épis encore entourés de leur gaine foliaire, car leur apparition au printemps coïncide avec la sortie des épis. Les femelles pénètrent dans les gaines foliaires où elles vont pondre et où les larves vont se développer.

Même s'il s'agit de variétés tardives de Blé ou d'autres céréales, les adultes ne produisent pas de dégâts sur les épis, car les femelles bien qu'elles restent plus longtemps dans les épis sont en nombre très petit, le plus souvent une à deux femelles dans chaque gaine foliaire.

Par contre, nous avons observé les dégâts produits par les larves de *Limothrips denticornis* Hal., des taches blanc jaunâtre sur les gaines foliaires, comme Znamensky, Kourdjumov et H. Gondé l'ont montré dans leurs travaux. Ces dégâts sont tout à fait insignifiants, si les plantes se trouvent dans des conditions culturales favorables et si d'autres parasites végétaux ou animaux ne les attaquent pas en même temps ; mais, si les conditions sont défavorables, les plantes vont se dessécher plus rapidement sous l'influence de ce Thrips bien avant que les grains soient mûrs.

Souvent *Haplothrips aculeatus* Fab. que nous allons appeler le Thrips des épis » et le *Limothrips denticornis* « le Thrips des feuilles » coexistent sur les mêmes plantes et produisent des dégâts appréciables, comme nous l'avons remarqué à différentes reprises en 1929 sur le Blé et sur le Seigle dans la région lyonnaise.

Nous avons constaté nous-mêmes, comme l'ont indiqué les différents auteurs, que la lutte contre ces Thrips des céréales par des insecticides de contact est impossible, parce qu'ils se tiennent dans les gaines foliaires et dans les fleurs où il est difficile de les atteindre.

Les mesures préventives ont été par contre beaucoup conseillées par les entomologistes : ainsi Frank, Kirchner et Seelhorst recommandent des labours profonds ; Popovici, Cipaiame et H. Gondé conseillent de brûler les éteules aussitôt après la moisson,

On recommande également de semer des variétés précoces et d'appliquer des engrais appropriés pour fortifier les plantes.

Nous croyons seules efficaces les mesures préventives; il faut autant que possible brûler les éteules et tous les débris restés sur le terrain, détruire au voisinage des champs les plantes sauvages particulièrement les graminées et, si possible, désinfecter le sol.

IV. Thysanoptères nuisibles aux arbres fruitiers.

Le *Taeniothrips inconsequens*, espèce qui vit dans les fleurs des arbres de la famille des Rosacées fut signalé pour la première fois en France en 1914 par A. Vuillet.

Dix ans avant, les Américains avaient constaté ses dégâts sur les arbres fruitiers et ils l'avaient décrit sous le nom de *Euthrips pyri* Daniel.

On admit que l'insecte était d'importation européenne récente; on pou-

vait objecter toutefois que, en Europe, c'était seulement en 1909 que l'on avait trouvé ce Thrips pour la première fois en Angleterre.

Dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris, A. Vuillet a trouvé des exemplaires de *Taeniothrips inconsequens* récoltés à Lardy en 1903 et l'auteur en déduit que cet insecte a été importé d'Europe en Amérique. Plus tard on a identifié cette espèce avec le *Physopus inconsequens* décrit par Uzel en 1895. Le genre *Taeniothrips* fut créé par Amyot et Serville.

En France le *Taeniothrips inconsequens* Uzel est très commun ; mais ses dégâts n'ont pas été particulièrement remarqués ; sans doute les conditions climatériques empêchent-elles l'insecte de pulluler.

En Amérique, on lutte contre ce Thrips par des pulvérisations d'émulsions savonneuses nicotinées avec ou sans pétrole ; on fait deux traitements, le premier contre les adultes, au moment où les boutons à fleur s'entr'ouvrent et le second contre les larves après la chute des pétales.

V. Thysanoptères nuisibles aux cultures florales.

D'après les données bibliographiques les cultures d'Œillets sont très souvent attaquées par les Thysanoptères. Ainsi, aux environs de Marseille, M. Cotte a observé sur les Œillets des cécidies produites par un Thrips, décrit par A. Vuillet sous le nom de *Porphyrothrips Cottei ;* sous l'influence des piqûres de cet insecte, le calice se déforme, se courbe brusquement à angle obtus.

En 1924, P. Dubois, sur la Côte d'Azur, constate aussi sur les Œillets des dégâts qu'il attribue aux Thysanoptères. D'après cet auteur il s'agirait de deux espèces appartenant à ce groupe et qu'il ne nomme pas.

P. Dubois remarque que, sous l'influence des piqûres de Thrips qui s'introduisent même dans le bourgeon, la croissance des plantes cesse et les feuilles piquées à leur base jaunissent.

L'auteur constate une grande résistance de ces Thrips à la plupart des insecticides : les larves survivent à une immersion prolongée dans l'eau et les adultes à une immersion de plusieurs heures dans le pétrole.

G. Raymond en 1923 et 1926 publie des observations sur les Thysanoptères des Œillets faites aux environs d'Antibes. D'après G. Raymond deux espèces dont les dégâts sont appréciables se rencontrent plus fréquemment sur les Œillets : *Physopus pallipennis* Uzel et *Thrips communis* Uzel. Ces deux Thrips sucent les feuilles et particulièrement les jeunes bourgeons, épuisant la plante et produisant des plaies et des nécroses. D'après l'auteur la *Rouille des Œillets* accompagnerait toujours les insectes.

Pour lutter contre les Thysanoptères des Œillets, P. Dubois recommande les pulvérisations avec les émulsions savonneuses de nicotine. Les premiers traitements doivent être faits en avril avant de mettre les plantes en pleine terre, puis quelques jours après la mise en place.

Il faudrait continuer les pulvérisations d'après cet auteur jusqu'en septembre tous les huit ou dix jours.

Il conseille également de détruire les plantes sauvages qui se trouvent au voisinage des champs de culture et de brûler les premières fleurs qui sont toujours pincées.

Quant à G. Raymond il recommande les solutions savonneuses de nicotine ainsi que les fumigations avec ce dernier produit. D'après cet auteur, ainsi que d'après Dubois, il faut détruire les fleurs pincées, les plantes sauvages entourant les cultures et les dernières fleurs d'œillets restant sur pied en automne sous peine de voir émigrer toutes les femelles adultes de ces fleurs aux jeunes boutures déjà mises en terre.

VI. Thysanoptères nuisibles aux plantes de serre.

Les Thysanoptères sont des insectes que l'on rencontre le plus souvent dans les serres, surtout dans les serres chaudes.

Deux espèces sont plus communes et plus nuisibles : *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché et *Parthenothrips dracaenae* Heeg.

Nous avons eu l'occasion de constater leur présence sur différentes plantes, notamment sur *Croton*, sur *Kentia* et sur *Ficus*.

D'après les données bibliographiques ils vivent sur les Filicinées, les Palmiers, les Euphorbiacées, les Azalées et les Orchidées.

Kirchner et Frank ont observé que *Heliothrips haemorrhoidalis* attaque la vigne cultivée dans les serres.

Dans les pays tropicaux ainsi que dans le Sud de l'Europe ce Thrips vit sur les plantes de plein air comme il a été indiqué par différents auteurs.

G. Arnaud en France a signalé une maladie existant depuis quelque temps dans les jardins de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier sur *Viburnum Tinus*. Les feuilles de cet arbuste atteintes par la maladie ont un aspect gris argenté à leur face supérieure.

M. Arnaud croit que ces dégâts sont dus à un Thrips, très probablement *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché.

Quant à *Parthenothrips dracaenae* Heeg., espèce très répandue dans les serres, on ne sait pas s'il vit dans les pays tropicaux sur les plantes de plein air (Knechtel).

Les dégâts produits pas ces Thysanoptères sont identiques pour les deux espèces : on observe toujours la nécrose partielle ou totale des feuilles atta-

quées. Quand ces insectes sont très nombreux on remarque des déformations sur les feuilles qui ont été attaquées à un stade jeune.

La valeur des plantes attaquées devient nulle.

Ces deux espèces sont parmi les Thysanoptères nuisibles, celles qui occasionnent en France les plus grands dégâts.

Ces insectes sont d'autant plus dangereux que leur multiplication est plus rapide et que leur destruction est très difficile du fait qu'ils se maintiennent à la face inférieure des feuilles où il est difficile de les atteindre avec les insecticides. Ajoutons à cela que les œufs pondus sous l'épiderme des feuilles sont ainsi particulièrement bien protégés.

Contre les Thysanoptères vivant dans les serres les auteurs ont souvant recommandé les fumigations :

1. Fumigations avec la poudre de Pyrèthre (Boucné).

2. Fumigations par l'acide cyanhydrique à partir du cyanure de potassium (Russell et Reh).

3. Fumigations avec la nicotine (Ritzema Bos, Kirchner, Frank, Reh, Russel, Kornu, etc...)

Les pulvérisations d'eau auraient donné également de bons résultats d'après Russell, Kirchner et Reh. Schilling et Russell recommandent aussi les pulvérisations avec des émulsions de pétrole et avec des solutions savonneuses nicotinées très faibles.

Nous estimons que les solutions de savon et de nicotine peuvent donner d'excellents résultats contre ces deux Thysanoptères à condition que le traitement soit effectué pendant quelque temps tous les 14 à 15 jours, de façon à détruire les insectes qui peuvent éclore des œufs restés sous l'épiderme. On peut faire alterner la pulvérisation de solution nicotinée avec un lavage des plantes à l'aide d'une solution de savon.

VII. **Dégâts indirects produits par les Thysanoptères.**

Dans le Nord et le Centre de la France, Prillieux observe en 1895 une maladie des Tomates qui produit la nécrose de jeunes fruits. Les Tomates brunissent à la partie supérieure et la pourriture s'étend en cercle autour du point central. Cette maladie est due, d'après Prillieux et d'après d'autres auteurs qui ont repris ses travaux, à un bacille.

Plus tard Earle constate que la transmission de la maladie se fait par les Thysanoptères et que, pour combattre la pourriture des Tomates, il faut avant tout détruire les Thrips.

Un autre cas de transmission de l'agent d'une maladie microbienne par les Thysanoptères a été cité par Woods ; d'après lui, les Aphides, les Thy-

sanoptères et les Tétranyques, transmettraient le *Bacillus Dianthi* Arch. et Boll sur différentes espèces d'Œillets.

A la suite des expériences faites, l'auteur conclut que les infections par le *Bacillus Dianthi* ne sont pas possibles si des colonies d'insectes appartenant aux groupes cités ne se trouvent pas sur les Œillets.

D'autre part, les plantes attaquées sont très affaiblies par les piqûres des Thysanoptères et sont de ce fait plus facilement détruites par les parasites végétaux ou plus sensibles à des conditions climatériques défavorables.

Ainsi d'après Priesner, Cowes, Koning, Behrens, Knechtel, etc..., « l'*Alternariose* » des feuilles des plantules de tabac serait due aux piqûres des Thysanoptères ou des Aphides, le champignon *Alternaria* qui a donné son nom à la maladie, étant seulement un parasite secondaire.

En France, l'étude des Thysanoptères dont l'évolution est encore mal connue s'impose tout particulièrement pour mener à bien une lutte méthodique contre les espèces nuisibles ; d'ailleurs ces recherches pourront donner pendant bien longtemps des résultats très fructueux du seul point de vue biologique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

I. — Etude biologique et cytologique

1861. — Gegenbaur C. : Uber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthiereier mit partieller Dottertheilung. (Muller's Archiv., 1881.)

1862. — Lereboullet A. : 1. Recherches d'embryologie comparée. — II. Sur le développement du Lézard. (*Ann. de Sc. Nat. Zool.*, t. XVII.)

1863. — Girard : Sur un fait intéressant de parthénogénèse. (*Ann. Soc. Ent. France*, 4e série, t. III.)

1872. — Eimer Th. : Untersuchungen über die Eier der Reptilien. (*Archiv f. Mikr. Anat.*, Bd. VIII.)

1873. - Balbiani E. S. : Sur la cellule embryogène de l'œuf des Poissons osseux. (*C. R. Ac. Sc. de Paris*, t. LXXVII.)

1874. — Kaltenbach : Die Pflanzenfeinde a.d. ; Klasse der Insecten, p. 706.

1876. — Hertwig R. : Beiträge zur einheitlichen Auffassung der Verschidenen Kernformen (*Morph. Jahrb.*, Bd. II.)

1878. — Balbiani : La parthénogénèse. (*Journ. Microg.*, II.)

1878. — Balfour F. M. : On the structure and development of the vertebrate ovary. (*Quart. Journ. Micr. Sci.*, vol. XVIII.)

1878. — Brandt A. : Uber das Ei und seine Befruchtungsstältei. (Leipzig, 1878.)

1878. — Hertwig O. : Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung Eies. (*Morph. Jahrb.*, Bd. IV.)

1880. — Schafer E. A. : On the structure of the immature ovarian ovum in the common Fowl and in the Rabbit. (*Proc. of the Roy. Soc. of London*, n° 202.)

1881. — Yung E. : Sur l'influence de la nature des aliments sur la sexualité. (*C. R. Ac. Sc.*, I, XCIII.)

1882. — Flemming W. : Zellsubstanz kern und Zelltheilung. (*Leipzig*, 1882.)

1883. — Van Beneden : Récherches sur la maturation. (*Arch. Biol.*, t. IV.)

1883. — Roule L. : La structure de l'ovaire et la formation des œufs chez les Phallusiadés. (*C. R. Ac. Sc. Paris.*)

1884. — Carnoy J. B. : La biologie cellulaire. Etude comparée de la cellule dans les deux règnes. Lierre.

1884. — Will L. : Uber die Entstehung der Dotters und der Epithelzellen bei den Amphibien und Insekten. (*Zool. Anz.*, Bd. VII.)

1885. — Carnoy J. B. : La cytodierèse chez les Arthropodes. (*La Cellule*, t. I.)

1886. — Lindeman : Die am Getreidelebenden Thrips-Arten Mittelrussland. (*Bull. Soc. Imp. et Nat. d. Moscou*, n° 4.)

1887. — Korschelt E. : Uber einige interessante Vorgänge bei der Bildung des Insekteneier. (*Zeit. Wiss. Zool.*, Bd. XLV.)

1887. — Meunier : Le nucléole de *Spirogyra*. (*La Cellule*, t. III.)

1887. — Schultze O. : Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. (*Zeitsch. Wiss. Zool.*, Bd. XLV.)

1888. - Blochmann : Uber die Richtungskörper bei unbefruchtetet sich entwickelnden Insekteneiern. (*Verh. Nat. und Heidelberg*, Bd. II.)

1888. — Jordan : Anatomie und Biologie der Physapoda. (*Zeitschr. f. Wiss. Zool.*, 47 Bd., S. 541-620.)

1888. — Leydig F. : Beiträge zur Kenntniss der Tierischen Eies im unbefruchteten Zustande. (*Spengel's Zool. Jahrb.*, Bd. III.)

1888. — Scharff R. : On the intra-ovarian Egg of some osseous Fishes. (*Quart. Journ. of Micr. Sc.*, vol. XXVIII.)

1889. — Korschelt E.: Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns. (*Zool. Jahrt. Abt. f. Anat. u. Ontogenie der Tiere*, Bd. IV.)
1890. — Lameere Aug.: Réduction karyogamique. (Thèse.)
1891. — Reuter O. M.: Thysanoptera, fauna i finska orangerier Medd. (*Soc. Faun. Fenn. H. H.*, S. 161-167.)
1892. — Born G.: Die Reifung des Amphibieneies und Befruchtung unreifer Eier bei *Triton taeniatus*. (*Anat. Anz.*, Bd. VII.)
1892. — Häcker V.: Die Eibildung bei *Cyclops* und *Centrocampus*. (*Spengel's Zool. Jahrb.*, Bd. V.)
1892. — Prenant A.: Comparaison de la spermatogénèse et de l'ovogénèse. Valeur Morphologique de la Scolopendre. (*C. R. de Soc. Biol.*)
1892. — Ruckert J.: Zur Entwicklungsgeschichte des ovarialeies bei Selachiern. (*Anat. Anz.*, Bd. VII.)
1893. — Fick R.: Uber die Reifung und Befruchtung des Axolotleies. (*Zeit. f. wiss. Zool.*, Bd. LVI.)
1894. — Cunningham J. L.: The ovaries of Fishes. (*Journ. Mor. Biol. Ass.*, vol. III, n° 2.)
1895. — Häcker V.: Die Vorstadium der Eireifung. (*Arch. f. Mick. Anat.*, Bd. XLV.)
1895. — Uzel H.: Monografie Radu « Thysanoptera ».
1896. — Frank: Die Krankheiten d. Pflanzen. (Bd. III, pp. 133.)
1898. — Böhmig L.: Beiträge zur Anatomie und Histologie der Nemerzienen. (*Zeit. f. wiss. Zool.*, Bd. LXIV.)
1898. — Buffa P.: Contributa allo studio anatomico dell *Heliothrips haemorrhoidalis*. (*Rivista di patol. veg.*, Ann. VII, fasc. 1 et 2.)
1898. — Cunningham J.: On the Histology of the Ovary and the ovarian ov. in certain marine Fishes. (*Quart. Journ. of Mer. Sc. n. s.*, vol. XL.)
1898. — Hertwig R.: Uber die Bedeutung der Nucleolen. (*Sitz. ber. der Gesellsch. f. Morph. u. Physiol.*, München, Bd. XIV.)
1898. — D. Leussen: Contribution à l'étude du développement et de la maturation des œufs chez l'*Hydatina senta*. (*La Cellule*, t. XIV, 2e fascicule.)
1898. — Montgomery Th.: Comparative cytological studies with special regard of the morphology of the nucleolus. (*Journ. of Morph.*, vol. XV, n° 2.)
1899. — Carnoy et Lebrun: La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens. Les Urodèles: Axolotl. *Siredon pisciformis*. (*La Cellule*, t. XVII.)
1899. — Guénot L.: Sur la détermination du sexe chez les animaux. (*Bull. Sc. Fr. et B.*, t. XXXII.)
1899. — Fulton T. W.: On the Growth and Maturation of the ovarian eggs of Teleostean Fishes. (*Sixteenth An. Rep. Fish. Board for Scotland*, Part. III.)
1899. — Giard A.: La parthénogénèse de la macrogamète et de la microgamète des organismes pluricellulaires. (*Cinquantenaire de la Soc. de Biol.*, vol. jubilaire, Paris.)
1899. — Obst P.: Untersuchungen über das Verhalten des nucleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Arachnoïden. (*Zeit. f. wiss. Zool.*, Bd. LXII.)
1899. — Prenant: *a*) Observations cytologiques sur les éléments séminaux des Gastéropodes pulmonés. (*La Cellule*, t. IV.)
b) Observations cytologiques sur les éléments séminaux chez les Reptiles. (*La Cellule*, t. IV.)
1900. — Bouin M.: Histogénèse de la glande génitale femelle chez *Rana temporaria*. (*Arch. d. Biol.*, t. XVII.)
1900. — Montgomery F. H.: The spermatogenesis of the *Peripatus* (*Peripatopsis*) *balfouri* up to the formation of the spermatid. (*Zool. Jahrb. Anat. Ontog.*, vol. 14.)
1900. — Mc. Clung: The spermatocyte division of *Acrididae*. (*Kans. Univ. Sc. Bull.*, vol. I.)
1900. — Sharp D.: Insects Part. (*Cambridge Nat. Histor.*, II, pp. 293.)
1900. — Weissman: Uber die parthenogenese der Bienen. (*Anat. Anzeiger*, XXI.)

1901. — Kohlbrugge J. H. F.: Die Entwicklung des Eies vom Primordialstadium bis zum Befruchtung. (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. LVIII.)

1902. — Hinds W. E.: Contribution to a monograph of the insects of the order Thysanoptera inhabiting North America. (*Proc. U. S. Dept. Agr. Dir. Ent.*, Circ., 151.)

1902. — Lubosch W.: Uber die Nucleolarsubstanz des reifenden Tritoneies nebst Betrachungen über das Wesen der Eireifung. (*Jen. Zeit. f. Naturw*, Bd. XXXVII, n. F. XXX.

1902. — Mc. Clung: The spermatocyte division of *Locustidae*. (*Trans. Univ. Sc. Bull.*, vol. I.)

1902. — Reuter E.: Berättelse öfver skadeinsekters uppträdante Finland. Landbrucksstyrelsens Meddelanden, n. XXXIX.

1902. — Reuter: Die Weissährigkeit der Getreidearten. (*Zeit. f. Pflanzenkrank.*, Bd. XII.)

1903. — Rhode E.: Untersuchungen über den Bau der Zelle. Kern und Kernkörper. (*Zeit. wiss. Zool.*, Bd. LXXIV.)

1903. — Stevens: On the ovogenesis and spermatogenesis of *Sagitta bipunctata*. (*Zool. Jahrb. Abt. Anat. und Ontog.*, t. XVIII.)

1904. — Cuénot L.: Y a-t-il une relation entre le sexe et la taille des œufs chez les Lépidoptères? (*Arch. Zool. Exp.*, 4e sér., t. III.)

1904 *a*) — Grégoire: Réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation. (*La Cellule*, vol. 22.)

1904 *b*) — Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes. (*La Cellule*, vol. 22.)

1904. — Harper E. H.: Fertilisation and early development of Pigeon's egg. (*The Amer. Journ. of Anat.*, Baltimore, vol. III.)

1904. — Lubosch W.: Untersuchungen über die Morphologie des Nennaugencies. (*Jen. Zeit. f. Natur.*, Bd. XXXVIII.)

1904. — Marchal Paul: Recherches sur la Biologie et le Développement des Hyménoptères parasites. — I. La Polyembryonie spécifique ou Germinogonie. (*Arch. Zool. Exp.*, vol. II, p. 257-335.)

1904. — Schmidt V.: Die Wachstumsperiode der Eier von *Proteus anguinus*. (*Anat. Hefte*, Bd. XXVII.)

1905. — Cerruti: Sulle risoluzioni nucleolari nella vesicola germinativa degli ociti di alcuni vertebrati. (*Anat. Anz.*, Bd. XXVI.)

1905. — Schreiner A. et K.: Neue studien über die chromatinreifung der Geschlechtzellen. Die Reifung der Geschlechtzeller von *Salamandra maculosa*, *Spinax niger* und *Myxine glutinosa*. (*Arch. de Biologie*, t. XXII.)

1905. — Stevens N. M.: Study of the Germ. Cells of *Aphis rosae* and *Aphis œnotherae*. (*Journ. Exper. Zool.*, vol. 2.)

1905. — Tellyesnicki (K. Von): Ruhekern und mitose. (*Arch. für Mikr. Anat.*)

1905-1906. — Loyez M.: Recherches sur le développement ovarien des œufs méroblastiques à vitellus nutritif abondant. (*Arch. Anat. microsc.*, Paris, t. VIII.)

1906. — Mc. Gill C.: Behaviour of the nucleoli during oogenesis of the Dragon fly with especial reference to synapsis. (*Jena. Zool. Jahrb.*, pp. 207-230.)

1906. — Montgomery F. H.: Chromosomes in the spermatogenesis in the Hemiptera heteroptera. (*Trans. Amer. Phil. Soc.*, vol. 2.)

1906. — Moore et Embleton: On the synapsis in Amphibia. (*Proceed. of the Roy. Soc. of London*, t. LXXVII.)

1907. — Meves E.: Die Spermatocytenteilung bei der Honigbiene. (*Arch. f. Mikr. Anat.*, vol. 72.)

1907. — Soyer Ch.: Considération théorique sur l'ovogénèse des Insectes. (*C. R. Soc. Biol.*, t. 62, pp. 1137-1139.)

1907. — Wassilieff A.: Die Spermatogenese von *Blatta germanica*. (*Arch. f. Mikr. Anat.*, vol. 70.)

1908. — Janssens F. A. et Joseph Willems : La spermatogénése dans l'*Alytes obstetricans*. (*La Cellule*, t. 25.)

1909. — Debaisieux P. : Le début de l'ovogénèse dans le *Dytiscus marginalis*. (*La Cellule*, vol. 25.)

1909. — Della Valle P. : L'organizzatione della chromatina studiata mediante il numero di chromosomi. (*Arch. Zool. Ital.*, vol. 4.)

1909. — Janssens F. A. : La théorie de la chiasmatypie. Nouvelle interprétation des cinèses de maturation. (*La Cellule*, vol. 25.)

1909. — Russell H. M. : The greenhouse Thrips. (*U.S. Dept. Agr. Bur Ent. Bull.* n° 64, Part. VI.)

1910. — Regaud : Etude sur la structure du tube séminifère et la spermatogénèse chez les mammifères. (*Arch. d'Anat. Microsc.*, t. XI.)

1911. — Buffa P. : Studi interno al ciclo parthenogenetico dell *Heliothrips haemorrhoidalis* Redia. (*Tirenze*, vol. VII, fasc. 1.)

1911. — Dehorne A. : Recherches sur la division de la cellule. (*Arch. Zool. Exp.*, s. 5, t. IX.)

1911. — Fraser I. et Snell J. : The vegetative division in *Vicia Faba*. (*Ann. of Bot.*, XXV.)

1912. — Fook et Strobell E. C. : A study of chromosomes and chromatin nucleoli in *Enschistus crassus*. (*Arch. f. Zellf.*, vol. 9.)

1912. — Della Valle P. : La morphologia de la chromatina dal punto di vista fisico. (*Arch. Zool. Ital.*, vol. 6.)

1912. — Russell H. M. : The bean Thrips. (*U. S. Dept. Agr. Bur. Ent.*, *Bull.* 118, p. 1-49.

1913. — Champy Ch. : Recherches sur la spermatogénèse des Batraciens et les éléments accessoires du testicule. (*Arch. Zool. Exp.*, t. 52.)

1913. — Bolles Lee : La structure du noyau et des chromosomes au repos. (*La Cellule*, t. XXVIII.)

1913. — Kurdjumov : Les insectes nuisibles aux céréales dans la Russie Centrale et du Sud. (*Travaux Stat. Exp. Agric. Poltava, Sec. d'Ent. Agric.* [en russe].)

1913. — Saedeleer A. (de) : Contribution à l'étude de l'ovogénèse ; l'*Ascaris megalocephala bivalens*. (*La Cellule*, t. 28.)

1913. — Scerbacoff : Notes sur la faune de Dermatoptères et Neuroptères de Russie. (*Rev. Russe d'Ent.*, XIII [en russe].)

1914. — Hegner Robert W. : Studies of the Germ-Cells. (*Anat. Anz. Jena*. 46.)

1914. — Shull A. F. : Biology of the Thysanoptera. (*Amer. Nat.*, vol XLVIII.)

1914. — Taylor : The chromosome complex of *Culex pipiens*. (*Q. J. Microsc. Sc.*, London, 60, pp. 377-398.)

1914. — Thulein : Zur Kenntnis der Oocyten von *Vespa germanica*. (*Anat. Anz. Jena*, 46, pp. 600-608.)

1914. — Vesely : Neue Ansichten über die Chromatinveränderungen während der Ovogenese der Orthopteren. (*Congr. Intern. Zool.*, Monaco, 9.)

1914. — Voinov D. : Sur un nouveau mécanisme déterminant le dimorphisme des éléments sexuels ; chromosomes à polarité variable. (*Paris, C. R. Soc Biol.* 76 pp. 509-511.)

1915. — Dederer P. H. : Oogenesis in *Philosamia cynthia*. (*J. Morph.*, Philadelphia, 26, 1-29.)

1915. — Shull A. F. : Parthenogenesis in *Anthothrips verbasci*. (16th *Ann. Rep. Michigan. Acad. Sc.*, pp. 46-48.)

1916. — Metz Charles W. : Chromosomes studies on the Diptera. — I. The paired association of chromosomes in the Diptera and its significance (*Journ. Exper Zool.*, XXI.)

1916. — Robertson W. R. B. : Chromosome studies. (*Journ. Morph.*, Philadelphia 27, pp. 179-279.)

1917. — Shull A. F. : Sex determination in *Anthothrips verbasci*. (*Genetics*, 2, pp. 480-488.)

1918. — Hance : Variation in somatic chromosome. (*Biol. Bull.*, tome XXXV.)

1918. — Cutler D. W.: Natural and artificial parthenogenesis in animals. (*Mem. Proc. Manchester Lit. Phil. Soc.* 64, 1-42.)
1918. — Guyénot: L'œuvre de Morgan Th. H. et le mécanisme de l'hérédité. (*Revue Gén. de Sc.*, t. XXIX, pp. 262-302.)
1919. — Dehorne: Détermination du nombre des chromosomes dans les larves de *Corethra plumicornis*. (*Arch. Zool. Exp.*, Paris 58, notes 125-130.)
1919. — Maupas E.: Expériences sur la reproduction asexuelle des Oligochètes. (*Bull. Biol. France et Belg.*, LIII.)
1919. — Rabaud Et.: L'Hérédité et la Variation.
1920. — Baehr V. B. (de): La spermatogénèse et l'ovogénèse chez le *Saccocirrus major*, suivies d'une discussion générale sur le mécanisme de la réduction chromatique. (*La Cellule*, t. XXX.)
1920. — Baehr V. B. (de): Recherches sur la maturation des œufs parthénogénétiques dans l'*Aphis palmae*. (*La Cellule*, t. XXX.)
1920. — Hogben L. T.: Studies on synapsis oogenesis in the Hymenoptera (*Proceed. Roy. Soc.*, B. XCI.)
1920. — Rabaud Et.: Eléments de Biologie générale.
1920. — Schitz V.: Sur la spermatogénèse chez *Cerithium vulgatum*. Brug., *Turitella triplicata* Brocchi (*mediterranea* Monterosato) et *Bittium reticulatum* da Costa. (*Arch. Zool. Exp.*, t. LVIII.)
1920. — Stranak F.: A contribution to a knowledge of the phytopatological importance of Thrips. (*Zemedelsky Arch.*, Prag., pp. 1-5.)
1921. — Cuénot L.: La genèse des Espèces animales.
1921. — Litardière R. (de): Recherches sur l'élément chromosomique. (*La Cellule*, XXXI.)
1922. — Hovasse R.: Contribution à l'étude des chromosomes; variation du nombre et régulation en Parthénogénèse. (*Bull. F. et B.*, VI.)
1922. — Theobald F. V.: Thrips in corn. (*Journ. Kent Farmer's Union* (sine loco), XII, n° 2, 2 pp.)
1922. — Vandel A.: La spanandrie géographique des Isopodes terrestres. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXIV.)
1923. — John O.: Fakultative viviparität bei Thysanopteren. (*Ent. Mitteil.*, Bd. XII.)
1923. — Knechtel W. K.: Thysanoptere din Romania. (*Bull. Agric.*, Vol. II, III, IV.)
1923. — Raymond G.: Contribution à l'étude des Thrips attaquant les Œillets. (*Ann. Soc. Linn. Lyon*, t. LXII.)
1923. — Schrader F.: A study of the chromosomes in three species of *Pseudococcus*. (*Arch. Zellforschung*. Leipzig 17, pp. 45-62.)
1924. — Martens P.: Le cycle du chromosome somatique. — II. *Listera ovata*. (*La Cellule*, 36, p. 180.)
1924. — Cavazza: Studio sperimentali di alcuni casi di determinatione del sesso et di parthenogenesis. (*Redia*, 19-68.)
1924. — Kowalsky: Les phénomènes de cata et d'anachromase dans les autosomes et l'hétérochromosome des cinèses spermatogoniales de deux orthoptères: *Stenobothrus vagans* Téel. et *Acrotylus insubricus* Scop. (*La Cellule*, t. 36.)
1924. — Van Camp G. M.: Le rôle du nucléole dans la caryocinèse somatique. [*Clivia minuta* Regel]. (*La Cellule*, t. 34.)
1925 *a*. — Artom Cesare: Gigantissimo e constituzione genetiche nelle razze e nelle specie tetraploidi. (*Revista di Biologia*, VII.)
1925 *b*. — — — Tetraploidissimo e gigantissimo. (*Intern. Rev. Gesamt. Hydrobiol. Hydrogr.*, XVI.)
1925. — Baranow P.: Das Verhalten des Nucleolus von *Galtonia candicans* während der Reduktionsteilung. (*Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, XLIII, p. 483-489.)
1925. — Benoit P.: L'ovogénèse et les premiers stades du développement chez la Myriothèle et chez la Tubulaire. (*Arch. Zool. Exp.*, t. 64, pp. 85-326.)
1925. — Guyénot E.: Chromosomes et Morphogénèse. Réponse à M. Hovasse. (*Bull. Biol. F. et B.*, t. LIX.)

1925. — Heberer G. : Die Furchungsmitosen von *Cyclops viridis* und das chromosomen-individualitätsproblem. (*Zool. Anz.*, Bd. 63.

1925. — Hovasse R. : Le chromosome du génétiste peut-il être celui du cytologiste ? Réponse à M. Guyénot. (*Bull. Biol. F. et B.*)

1925. — Koch A. : Morphologie de la période d'accroissement dans les œufs des Chilopodes. (*Zeit. f. Zellf. u. Mikr. Anat.*, II, pp. 293.)

1925. — Schitz V. : Etude sur l'évolution des éléments génitaux chez les Mollusques ptéropodes. (*Biologica Generalis*, vol. I.)

1925 *a*. — Vandel A. : *Planaria subtentaculata* Drap. n'est qu'une race asexuée de *Planaria gonocephala* Dugas. (*Bull. Biol. F. et B.*)

1925 *b*. — — Recherches sur la sexualité des Isopodes, ses conditions naturelles et la reproduction chez les Isopodes terrestres. (*Bull. Biol. F. et B.*, t. LIX.)

1925. — Voinov D. : Les éléments sexuels de *Gryllotalpa* Latr. (*Arch. Zool.*, Paris 63.)

1926. — Artom Cesare : Tetraploidissimo e gigantissimo Esame comparativo degli stadi postembrionari del *Artemia salina* diploide e tetraploide. (*Inter. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, XVI.)

1926. — Kosminsky P. : Modification du nombre de chromosomes dans les spermatocytes de *Limantria dispar* par action d'une température élevée. (En russe, avec sommaire en français.) (*Arch. Zool. Russe*, Moscou, 6, pp. 69-74.)

1926. — Lenoir M. : Biologie de la Cellule. Résolution des chromosomes. Leurs rapports entre elles et avec la cinèse. (*Arch. de Morph.*, fasc. 26.)

1926. — Priesner H. : Die Thysanopteren Europas. (Abteil I, Abt. II.)

1926. — Schrader : Haploidy in *Icerya purchasi*. (*Zeit. wiss. Zool.*, CXXVIII.)

1926. — Senjaninova M. : Das Verhalten des nucleolus und der Trabanten während den somatischen mitosen und den Reifeteilungen bei *Ranunculus acer* L. (*Zeit. f. Zellf. u. Mikr. Anat.*, III, 417-427.)

1926. — Stropoe J. : L'appareil de Golgi dans la vitellogénèse chez la *Nepa cinerea*. (*C. R. Soc. Biol.*, Paris, 95, pp. 142-143.)

1927. — Anker W. F. : Neuren Arbeiten zur Zytologie der naturlichen Parthenogenesis der Tiere. (*Z. indukt. Abstam. vererb. Lehere*, Berlin, 45, pp. 232-278.)

1927. — Mc. Clung C. : Synapsis and reated phenomena in *Mecostethus* end *Leptysma* [Orthoptera]. (*Journ. Morph.*, Philadelph., 43, pp. 181-251.)

1927. — Mac Gill E. : The biology of Thysanoptera with reference to the cotton plant. The relation between temperature and life cycle in a saturated atmosphere. (*Ann. Appl. Biol.*, London, 14, pp. 501-512.)

1927. — Morita J. : Contribution à l'étude de la fixité du nombre des chromosomes. Les chromosomes dans la première division spermatocytaire de *Mecosthethus grossus* Linn. [Orthoptères]. (*Bull. Biol Fr. et B.*, LXI.)

1927. — Priesner H. : Die Thysanopteren Europas. (pp. 343-568.)

1927. — Vandel A. : La cytologie de la Parthénogénèse. (*Bull. Biol. F. et B.*, t. LXI, f. 2.)

1927. — Winiwartuer H. : Etude du cycle chromosomique chez diverses races de *Gryllotalpa* Latr. (*Arch. Biol.*, Paris, 37, pp. 515-572.)

1927. — Winiwarther H. (de) : Les phénomènes intimes de la parasyndèse. (*C. R. Ass. Anat.*, 22, Réunion London Ass.)

1928. — Dehorne A. et Hosselet C. : Le nucléo-rouge dans les cellules sériciginènes des Phryganides donne naissance au chondriome. (*C. R. Soc. Biol.*; 99, 575.)

1928. — Pomeyrol R. : La Parthénogénèse des Thysanoptères. La maturation des œufs parthénogénétiques chez l'*Heliothrips haemorrhoidalis*. (*Bull. Biol. F. et B.*, t. LXII.)

1928. — Priesner H. : Die Thysanopteren Europas. (PP. 569-755.)

1928. — Wardle, Mac Gill et Simpson : Biology of Thysanoptera with reference to the cotton plant. (*Ann. Appl. Biol.*, 14, pp. 482-528.)

1928. — Roskin G. et Schischliaiewa J. : Die Kernteilung bei Trypanosomen. *Arch. f. Protistenk.*, LX, 461-482.)

1929. — Guyénot et Naville : Les chromosomes et la réduction chromatique chez *Drosophila melanogaster*. (*La Cellule*, t. XXXIX, fasc. 1.)

1929. — Hirschler : Sur la relation entre le noyau et les composants plasmatiques (appareil de Golgi) dans les spermatocytes de *Palomena viridissima* Poda. (Rhynchote, Pentatomide). (*C. R. Sol. Biol.*, p. 269.)

1929. — Karter J. Mc. A. : Morphologie and division of *Chlamydomonas* with reference to the phylogenie of the *Flagellata* neuromotorsystem. (*Univ. Calif. Publ. Zool.*, XXXIII, 125-168.)

1929. — Martens P. : Nouvelles recherches expérimentales sur la cinèse dans la cellule vivante. (*La Cellule*, 39, fasc. 2.)

1930. — Gimpu V. : Satellites des chromosomes dans le règne végétal. (*Bull. d'Hist. appl. à la phys. et path.*, n° 5, p. 149.)

1930. — Guyénot E. : La Variation et l'Evolution. Paris.

1930. — Mukerji R. N. : The nuclear reaction in *Apanteles* sp. with special reference to the secondary Nuclei and the germ-cell determinant of the egg. (*Proc. R. Soc. B.* : 131-139 `

II. — Etude économique.

Arnaud (G.). — Maladies nouvelles ou peu connues en France. Série II. Ann. Service des Epiphyties, Paris, III (1918-1919), pp. 214-227, 11 fig.

Bouché (P. F.). — Naturgeschichte der schädlichen und nützlichen Gardeninsekten v. die bewährtesten. Mittel zur Vertilgung der erstern, 1833.

Bourcart (E). — Les maladies des plantes. Leur traitement raisonné et efficace en agriculture et en horticulture. Paris, 1910.

Dubois (P.). — Contre les insectes nuisibles aux œillets. La Vie agric. et rurale, XXIV, N° 15, p. 238. Paris, 12 avril 1924.

French. — The Thrips pest, II. Dep. Agr. Victoria, 1914, XII, p. 688.

Gondé (H.). — Les Parasites du blé. Comment les reconnaître. Comment s'en défendre. Bull. Ass. Nat. de la Vallée du Loing, N^{os} 1 et 2, 1923, pp. 59-92.

Grosseu (J.). — Un dangereux parasite des pois. Journ. d'Hortic. et de Vitic. Suisse, 1910.

Hinds. — Contr. to a monogr. of the insects of the ord. Thysan. inhab. N. Amer., 1902.

Jordan (K.). — Anatomie und Biologie der Thysapoda. Zeits. f. wiss. Zool. XLVII, 1888.

Knechtel (W. K.). — Tysanopterde din Romania. Studiu Monografic. Bul. Agric., Vol. II, III et IV, 1923.

Kourdjumof. — Les insectes nuisibles aux céréales en Russie centrale et du Sud. Travail de la Station Exp. Agric. de Poltava, Sec. d'Ent. Agric., 1913.

Ladureau (A.). — Etude sur les maladies du Lin (*Thrips lini*). C. R. Assoc. p. Avanc. de Sc., 6^{e} sés., 1877.

Lindeman. — Die schädl. Ins. d. Tabacs in Bessarabien, 1888, p. 15.

Marchal (P.). — Rapport phytopathologique pour l'année 1912. Bull. Agr. de l'Algérie et de Tunisie, N° 9, 1er mai 1913, pp. 193-199.

— Rapport phytopathologique pour l'année 1913. Rev. phytopath. app.. Paris, 1914, pp. 9-13.

— Rapport phytopathologique pour l'année 1913. Ann. Serv. des Epiphyties, Paris, 1915, pp. 5-6.

Porter (Carlos E.). — Les Thysanoptères. Bull. Soc. Zool. Agric., Bordeaux, 1920.

Priesner. — Die Thysanopteren Europas.

Prillieux. — Maladies de plantes agricoles, I, 1895, p. 19.

Radulesco (E.). — Quelques observations biologiques sur *Parthenothrips dracaenae* Heeg. et *Aptinothrips rufus* Gmel. var. *connaticornis* Uzel. — Bull. Soc. Pathol. Vég. et Ent. Agr., T. XVII, 1930, fasc. 2.

Raymond (G.). — Contribution à l'étude des Thrips attaquant les œillets. Soc. Linn. Lyon, 12 nov. 1923. Annales, T. LXX, 1923.

— Note sur les Thrips attaquant les œillets. Congr. Nat. sur la lutte contre les ennemis des cultures. P.-L.-M., 1926.

Russell (H. M.). — The red-banded Thrips. U. S. Depar. of Agr. Bur. of Ent. Bull. N° 99, Par. II, 1912, pp. 18-29.

— The Greenhouse Thrips. U. S. Depar. of Agr. Bur. of Ent. Bull. N° 64, Par. VI, 1909, p. 11.

Vuillet (A.). — Sur la présence en France du Thrips du Poirier. Bull. Soc. Path. Vég. d. Fr. Tome I, fasc. 1, 1914.

— Note synonymique sur le Thrips des Pois. Bull. Soc. Ent. d. Fr., 1914, p. 161.

— La Thripsose des Pois. Rev. Sc., Paris, 16 mai 1914, pp. 136-137.

— Le Thrips du Poireau. Rev. Phytopath., N° 10, 1913, pp. 136-137.

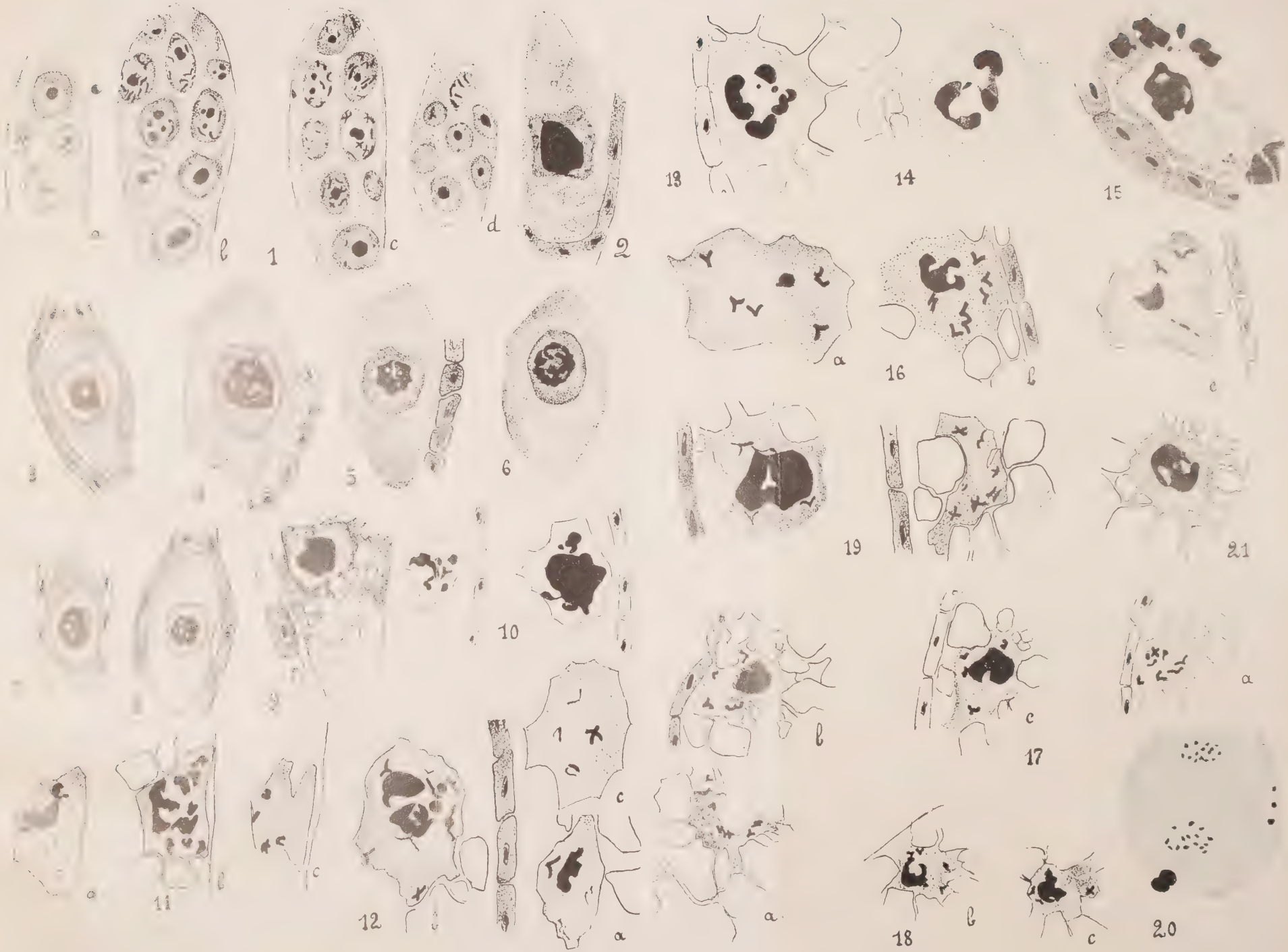
— Contribution à l'étude des Thysanoptères de France. Description d'une nouvelle espèce et d'un nouveau genre de la famille de *Phloeothripidae*: *Porphyrothrips Cottei*. Insecta, 1913, pp. 77-84.

— C. R. Soc. Biol. Paris, LXXVI, N° 13, 1914.

Vuillet et L. Gaumont. — Bull. Soc. Nat. Agr., 1914, p. 168.

Williams. — The Pea Thrips. Ann. app. Biol., 1915. I, N° 3, pp. 222-246.

Znamensky (A. V.). — Les insectes nuisibles aux céréales, p. 83.



E. PUSSARD-RADULESCO, DEL.

E. Pussard-Radulesco : *Recherches biologiques et cytologiques sur quelques Thysanoptères.*

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire chez *Parthenothrips dracaenae* Heeger.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire chez *Parthenothrips dracaenae* Heeger.

Fig. 1 (*a*, *b*, *c et d*). — Coupes longitudinales dans l'extrémité d'une gaîne ovarique jeune Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 2. — Ovocytes plus avancés. Stade de gros nucléole. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 3, 4, 5, 6 et 7. — Ovocytes jeunes. Coloration à l'Hématoxyline ferrique jusqu'à décoloration de la matière chromosomique.

Fig. 8. — Ovocyte jeune. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration de Kull.

Fig. 9. — Stade de gros nucléole. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique

Fig. 10 (*a* et *b*), 11 et 12 (*a*, *b* et *c*). — Résolution du nucléole et formation des chromosomes. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 13 et 14. — Résolution nucléolaire. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration de Kull.

Fig. 16, 17 et 18. — Résolution des nucléoles et formation des chromosomes. Coloration à l'Hématoxyline ferrique ; différenciation normale.

Fig. 15 et 21. — Résolution du nucléole. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique ; différenciation jusqu'à décoloration de la matière chromosomique.

Fig. 16, 18 et 19. — Formation des chromosomes. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 20. — Télophase de la première division de maturation. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

PLANCHE II

Evolution du complexe chromosomo-nucléolaire chez *Limothrips denticornis* Hal.

Fig. 1. — Coupe longitudinale dans l'extrémité d'une gaîne ovarique jeune. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 2. — Coupe longitudinale dans l'extrémité d'une gaîne ovarique jeune. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 3. — Fragmentation de la masse nucléolaire. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 4. — Fragmentation poussée de la masse nucléolaire. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 5 et 6. — Filaments nucléolaires nombreux. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 8, 9 et 10. — Filaments plus courts et épais. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 11. — Matière chromatique disposée en granulations. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 12. — Anses nucléolaires. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 13 (*a* et *b*), — Gros nucléoles succédant à la phase de la figure précédente. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig, 14. — Tronçons nucléolaires. Fixation au Duboscq-Brasil. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

Fig. 15. — Fragments nucléolaires. Vacuolisation de ces éléments. Fixation au Carnoy. Coloration à l'Hématoxyline ferrique.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE TROIS COLÉOPTERES NUISIBLES AUX CÉRÉALES[1]

par

L. MESNIL

Préparateur à l'Institut des Recherches Agronomiques.

Sommaire

I. Sur les deux *Lema* nuisibles aux Céréales :
A. Description : *a*) adultes, *b*) larves, *c*) dégâts.
B. Biologie : *a*) de *L. cyanella* L. ; *b*) de *L. melanopus* L.
C. Rôle économique : *a*) distribution géographique ; *b*) importance des dégâts ; *c*) moyens de lutte.
II. Sur une Altise nuisible aux Céréales.
A. Description : *a*) adulte ; *b*) larve ; *c*) dégâts.
B. Biologie.
III. Bibliographie.

I. — SUR LES DEUX *LEMA* NUISIBLES AUX CÉRÉALES

On trouve souvent ces *Lema*, assez nombreux, rongeant, ainsi que leurs larves, les feuilles des Céréales, au printemps. Presqu'inoffensifs en général, ils constituent cependant une menace permanente pour nos cultures, car sous l'influence de facteurs inconnus, comme cela s'est produit en Hongrie et en Russie du Sud, ils peuvent devenir singulièrement dangereux. Ce sont : *Lema cyanella* L. (= *lichenis* Voet) (2) et *L. melanopus* L. Assez différents semble-t-il par leurs mœurs, ils se distinguent nettement entre eux à l'état adulte comme à l'état larvaire. Nous pensons favoriser l'étude de leur biologie dans la nature, en notant le plus soigneusement possible la morphologie de ces deux animaux à tous leurs stades de développement; après quoi, nous donnerons un aperçu, sans doute incomplet, de leur mode de vie (3).

(1) Illustrations de F. Pétré, Directeur du Service de Dessin de l'Institut des Recherches Agronomiques.

(2) Certains auteurs modernes n'admettent pas que le nom de *L. cyanella* Linné se rapporte à cette espèce et la nomment *L. lichenis* Voet.

(3) Voir Mesnil et Pétré : Au sujet de quelques insectes nuisibles dans la moitié nord de la France. *Bull. Soc. Lin. Nord de la France*, 1930, 1er semestre, 1 pl.).

Nos observations ont été faites, en effet, en plein champ et non en élevage; nombre de points tels que la quantité d'œufs pondus par une seule femelle, ou la durée précise de chaque période de développement, nous manquent.

A. — *Descriptions.*

a) *Adultes.*

Ce sont des insectes de couleurs métalliques, à élytres bleus, brillants, parallèles environ sur les trois quarts de leur longueur, et une fois et demie à deux fois plus longs que larges. Tête très profondément entaillée derrière chaque œil ; occiput portant un sillon longitudinal médian. Pronotum presque hémisphérique, très brillant, non rebordé latéralement, mais rebordé en avant, et portant une large dépression transversale le long de sa base ; sa couleur est bleue ou rouge-jaune, jamais noire. Il offre, derrière chaque œil, et de chaque côté de sa base, un petit relief muni d'un poil. Ajoutons que les yeux sont échancrés au côté interne, que les trois paires de pattes offrent un tarse de quatre articles, dont le troisième est cordiforme, et que la longueur totale de l'insecte est d'environ quatre millimètres.

On distingue les adultes des deux espèces de la façon suivante (1) :

I. — Pronotum bleu d'acier, très brillant (et non noir), comme le reste du corps, presque hémisphérique (et non aplati et couvert de gros points), portant généralement sur son disque, qui est presque lisse, deux séries longitudinales de quelques points analogues à ceux des côtés. Dépression transverse de sa base presque lisse, ou à fond légèrement ruguleux, parfois à peine alutacé, mais non pontué densément. Pattes du même bleu métallique que tout le corps ; tarses noirs, sauf leur troisième article, et parfois

---

(1) *Lema erichsoni* Suffr., la seule espèce que l'on puisse confondre facilement avec *L. cyanella* L., à cause de son corselet bleu (et non noir), s'en distingue cependant par les caractères suivants :

I. — Corselet ruguleux ou presque lisse dans la dépression transverse de sa base. Sillon longitudinal médian du métasternum atteignant, et dépassant le plus souvent, les deux tiers de la longueur totale de ce segment. Disque du pronotum marqué le plus souvent de deux séries longitudinales de quelques points. Stries 2-3 et 4-5 presque toujours distinctement rapprochées. ..... *L. cyanella* L.

1'. — Corselet finement et densément ponctué dans la dépression transverse de sa base. Sillon longitudinal médian du métasternum n'atteignant qu'à peine la moitié de la longueur totale de ce segment. Disque du pronotum marqué de trois séries longitudinales de quelques points. Stries 2-3 et 4-5 non distinctement rapprochées... *L. erichsoni* Suffr.

Nous ne tenons compte qu'en dernier lieu, dans cette clef, des caractères tirés du nombre de séries de points du pronotum, et du rapprochement plus ou moins apparent des stries, contrairement à ce que fait Bedel, car ils varient parfois chez *L. cyanella* L., ainsi que nous avons pu nous en rendre compte par l'examen de longues séries.

leur quatrième, qui sont roussâtres. Vertex régulièrement bombé depuis le bord antérieur du prothorax jusqu'aux plaques frontales, présentant, en plus de la fine ponctuation foncière, quelques gros points sur la fente longitudinale de l'occiput, et derrière chaque œil, le milieu de la tête restant presque lisse ..... *Lema cyanella* L. = *lichenis* Voet. (Voir Pl. 1.)

I'. — Pronotum rouge-ferrugineux, portant sur son disque, qui est presque lisse, deux lignes longitudinales de quelques points, et entre elles deux, quelques points semblables simulant une troisième ligne. Moitié antérieure des côtés également pontuée ; dépression transversale de la base finement, mais densément et profondément pontuée. Bord antérieur du corselet étroitement marginé de noir, ainsi que son bord postérieur. Pattes rouge-ferrugineux, sauf l'extrême bout des tibias et les tarses, qui sont noirs. Vertex concave dans sa moitié antérieure, cette partie concave assez fortement ponctuée en plus de la fine ponctuation foncière..... ..... *Lema melanopus* L. (Voir Pl. 1.)

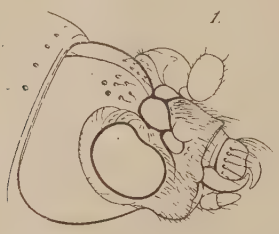


Fig. 1. — Tête de *Lema cyanella* L.

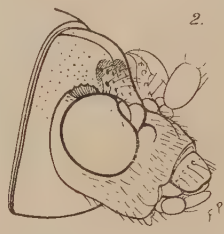


Fig. 2. — Tête de *Lema melanopus* L.

b) *Larves.*

Les deux larves sont longues de quatre à cinq millimètres environ, fusiformes, fortement bombées en-dessus, la partie touchant le substratum légèrement aplatie. Normalement, elles sont recouvertes de mucilage, dans lequel flottent leurs excréments. Tête ronde, relativement plate en-dessus, noir-brunâtre très foncé, éclaircie au-dessus du labre, et bordée tout autour, depuis la base des mandibules, les antennes et jusqu'à la nuque, d'une étroite ligne continue, irrégulière, blanc-jaunâtre. Labre rougeâtre, portant au milieu de son bord antérieur une échancrure aiguë bien nette. Dessus du prothorax orné de deux plaques rectangulaires grises. Tout le reste du corps, sauf les pattes, est d'un jaunâtre ou verdâtre clair. Méso et métathorax portant latéralement chacun une petite tache grise. Abdomen de neuf anneaux, parfois indistincts en-dessus. Hanch , étroitement bordées d'une ligne d'un noir brillant tout autour de leur base, cette ligne se pro-

longeant par un trait assez court sur les côtés. Cuisses plus ou moins rembrunies en-dessus. Tibias entièrement brunâtres supérieurement. Anus situé sur le dos du segment anal.

On distingue ces deux larves au moyen de la clef suivante :

1. — Labre portant de chaque côté trois ou quatre denticules entre lesquels émerge un poil (Pl. 3, fig. 5). Cuisse uniformément brun-rougeâtre en-dessus, au moins sur ses deux derniers tiers, portant de chaque côté une ligne longitudinale de taches brunes, plus ou moins confluentes, mais pas de ligne dorsale médiane (Pl. 3, fig. 7). Souvent, tout le dessus de la cuisse est rougeâtre. Pas de tache, en général, en arrière de chaque hanche. Larve à replis dorsaux presque toujours indistincts. Ronge les feuilles de l'Avoine et de l'Orge..... Larve de *L. melanopus* L. (Pl. 3).

1'. — Labre sans poil ni denticule à son bord antérieur (Pl. 2, fig. 5). Cuisse brun-noirâtre seulement sur son dernier tiers (Pl. 2, fig. 3) portant, entre les deux lignes latérales de taches, une ligne dorsale, dont les éléments les plus proches de la base de la cuisse sont un peu plus gros et confluents. Une tache bien nette en arrière de chaque hanche. Larve à replis dorsaux bien marqués. Ronge les feuilles du Blé, et plus rarement de l'Orge..... ..... Larve de *L. cyanella* L. (Pl. 2).

c) *Dégâts.*

Les feuilles des Céréales attaquées par ces insectes portent des entailles longitudinales, n'intéressant que l'intervalle entre deux nervures, ce qui leur donne une largeur d'au plus 3/10e de millimètre environ (1). Leur longueur peut atteindre plusieurs centimètres.

Nous pensons préciser le plus possible l'aspect des dégâts de *Lema* dans le tableau suivant, permettant de différencier les attaques pouvant être confondues avec eux. On y trouvera la façon de distinguer les dégâts définis de la manière suivante : Feuilles rongées entre les nervures, non entièrement perforées, un épiderme subsistant ; les entailles n'intéressant que l'intervalle entre deux ou trois nervures, mais pouvant être plus ou moins allongées. Feuilles non enroulées et non maintenues par la soie d'une chenille, ni perforées entièrement, ni découpées à partir du bord, ni minées entre les deux épidermes.

---

(1) Souvent, ces entailles sont juxtaposées, pouvant faire croire que l'animal qui les a faites a enlevé d'un coup l'intervalle entre cinq, six nervures et même plus. En réalité, il n'en est rien, les nervures étant en grande partie respectées, parce que l'insecte n'a rongé, à chaque fois, que l'intervalle entre deux et au plus trois d'entre elles. Parfois, la feuille entière est blanchie, dépourvue de son parenchyme.

1. — Entailles souvent très allongées, atteignant en moyenne trois, quatre centimètres et plus ; larges, prenant l'intervalle entre deux et souvent trois nervures. Entailles généralement d'aspect irrégulier, le parenchyme inférieur plus ou moins inégalement garni de restes de tissus verts. Tout le long de leur parcours, la feuille présente toujours une couche brillante de bave séchée. De place en place, sur la partie rongée, se trouve un paquet d'excréments noirs, homogène, pouvant atteindre la taille d'une lentille. Les feuilles des jeunes Avoines poussant sur les chaumes sont quelquefois presque entièrement dévorées de cette manière, en octobre ou novembre, présentant chacune de nombreux sillons. Egalement sur les feuilles basses d'Orge, en été, dans les endroits abrités : ombre des arbres, voisinage des haies ou des murs... ..... Mollusques, surtout Limace grise.

— Entailles généralement plus petites, non enduites de bave brillante de mollusque, et ne présentant pas ces paquets d'excréments homogènes..... . 2

2. — Dégâts produits à peu près toujours sur la feuille la plus élevée des Céréales, depuis la fin de mai jusque dans la première quinzaine de juillet environ. Entailles nombreuses, souvent juxtaposées et parallèles, respectant toujours les nervures et n'intéressant que l'intervalle entre deux d'entre elles. Lorsqu'on les examine avec une forte loupe, on aperçoit de petits excréments en forme de bâtonnets noirs, effilés aux deux bouts, agglutinés sur la feuille (1). La dimension de ces excréments est en rapport avec la longueur de chaque entaille et, par conséquent, avec la taille de l'animal qui les a faites. Fin mai, les entailles de toutes jeunes larves ont au

Fig. 3 et 4. — 3. Dégâts de larve de *Lema melanopus* L. sur Avoine. 4. Dégâts de larve de *Lema cyanella* L. sur Blé.

(1) Ces excréments agglutinés par le mucilage de la larve se conservent fort bien dans les herbiers.

plus 1 à 2 mm. et les excréments ont 1/10e de mm. de long. Plus tard, les entailles ont 1/2 à 1 cm., et les excréments 1 1/2 à 2/10e de mm.; enfin la larve ayant atteint sa taille définitive, les entailles ont souvent plusieurs centimètres de long, et les excréments 3/10e de mm., c'est-à-dire l'intervalle entre deux nervures environ. La larve, le plus souvent, se trouve d'ailleurs sur la feuille attaquée ou sur une feuille voisine, continuant à se nourrir. Elle porte sur son dos, nageant dans un mucilage transparent, des excréments semblables à ceux que nous avons trouvés sur la feuille (Voir plus haut description des larves) 3

— Entailles ne portant jamais les excréments caractéristiques que nous venons de décrire 4

3. — Dégâts faits sur Blé, ou plus rarement sur Orge, entre la dernière quinzaine de mai et le 20 juin environ. Sur la feuille attaquée, ou sur une feuille voisine, se trouve l'auteur des dégâts (Voir Pl. 2)..... ..... Larve de *Lema cyanella* L.

— Dégâts faits sur Avoine ou Orge, entre la fin mai et la première quinzaine de juillet. Sur la feuille attaquée, ou sur une feuille voisine, se trouve l'auteur des dégâts (Voir Pl. 3)..... Larve de *Lema melanopus* L.

4. — Dégâts faits sur Blé..... 5

— Dégâts faits sur Avoine ou Orge 6

5. — Dégâts se produisant depuis le début du printemps jusque dans le courant du mois de mai au plus tard, sur des plants de Blé normaux. Entailles longues de 1 à 2 mm., parfois plus, très étroites (2 à 3/10e de mm. de large), n'intéressant que l'intervalle compris entre deux nervures. Nervures elles-mêmes jamais rongées ..... Adulte de *Lema cyanella* L.

— Dégâts se produisant à partir du mois de juin environ (1), sur des plants semés très en retard, et encore en herbe à cette époque. Entailles longues de 1 à 3 mm., mais larges souvent de presque 1 mm. (0,6 à 0,8), rectangulaires, intéressant parfois l'intervalle entre entre trois nervures, la nervure du milieu étant disparue entièrement, sans laisser de trace. Seul l'épiderme inférieur reste Ces dégâts se produisent sur Blé et sur Avoine d'une façon accidentelle, généralement après un sarclage ayant supprimé les Moutardes dont se nourrissent normalement ces insectes (2). Ils s'abat-

(1) Lindeman dit que, dans les environs de Moscou, ces insectes émergent fin mai, et attaquent les Céréales en juin. C'est également l'avis d'auteurs modernes tels que Remov. Ces dates présentent une légère avance sur les nôtres. Signalons encore : Maslovskii, qui a observé de gros dégâts causés par cet insecte dans la région de Stretensk.

(2) La larve de cette espèce vit sur les racines de *Sinapis* et peut-être de quelques Crucifères voisines. Nous l'avons élevée dans ces conditions, l'éclosion se produisant fin juillet ;

tent alors en grand nombre sur les feuilles les plus tendres des Céréales. Ce sont de petites Altises noires, longues de 1 mm. 1/2, portant une bande longitudinale jaune, bien parallèle, sur chaque élytre..... ..... Adulte de *Phyllotreta vittula* Redt.

6. — Entailles longues de trois à cinq ou six millimètres, et parfois plus, n'intéressant que l'intervalle entre deux nervures. Dégâts produits depuis le début du printemps jusqu'au début de juin environ. La feuille supérieure de la plante est souvent seule atteinte..... ..... Adulte de *Lema melanopus* L.

— Entailles longues de un à trois millimètres au plus, intéressant le plus souvent l'intervalle entre trois nervures, la nervure du milieu étant entièrement disparue sans laisser de trace. Dégâts produits sur les feuilles les plus basses de la plante en général, et sur les gaînes..... 7

7. — Dégâts produits surtout du début du printemps jusqu'au début de juin (Voir II[e] Partie, et Pl. 4), par une Altise vert métallique uniforme, assez mat, finement ponctuée, généralement peu abondante et peu active..... ..... Adulte de *Chaetocnema aridula* Gyll.

— Dégâts produits surtout à la fin de juin, sur des Céréales semées très en retard, et encore en herbe à cette époque, par une Altise noire, portant une bande jaune bien parallèle sur chaque élytre, et longue de 1mm. 1/2 environ (Voir plus haut par. 4). Accidentel..... ..... Adulte de *Phyllotreta vittula* Redt.

B. — *Biologie.*

La biologie de ces insectes est celle de la majorité des Chrysomélides : ce sont des phyllophages externes à vie larvaire de courte durée.

---

d'ailleurs, avant nous, un auteur russe, Znamenski, a donné sa biologie. Elle ne vit nullement dans la base du chaume des Céréales, comme le dit Lindeman. La larve qu'il a trouvée dans cette plante est fort probablement celle d'un *Chaetocnema* D'ailleurs, Lindeman lui-même avoue, par acquit de conscience (p. 197), avoir trouvé dans le voisinage une Altise qu'il nomme *Plectroscelis aridella* Ill. (?) (=*Chaetocnema hortensis* Geffr.). Cependant, il ne mérite pas la remarque excessive que lui inflige Bedel, p. 299, note I, d'après laquelle il aurait fait la grossière erreur de confondre une larve de Diptère avec la larve de cette Altise : « D'après le dessin qu'il en donne, il semble bien qu'il s'agisse d'une larve de Diptère du groupe des Phytomyza », dit-il. La figure du travail de Lindeman, quoique médiocre, ne permet cependant aucunement cette opinion, et ce n'est que quelques pages plus loin, dans un tout autre article, qu'il donne une figure de larve de *Cleigastra flavipes* Meig., sur laquelle s'étaye probablement la note de Bedel.

a) *L. cyanella* L. (1).

Les insectes parfaits apparaissent généralement en petit nombre au début du printemps : avril, mai. La ponte a lieu en mai; et, dans le courant de juin, ils disparaissent. Ces premiers adultes, en effet, avaient hiverné. Disons, tout de suite que nous n'avons jamais rencontré cette espèce, sur d'autres Céréales que sur le Blé (2) auquel elle semble adaptée. Un auteur cependant, Fulmek l'a rencontrée sur Orge. La photographie qu'il donne des coques blanches sur les épis ne laisse aucun doute sur son identité. Il s'en trouvait, aussi, dit-il, sur des épis de Blé (3). La ponte a lieu sur la face supérieure des feuilles en général (pas toujours), l'œuf étant collé de manière que son axe soit parallèle aux nervures. La femelle dépose très souvent deux œufs à la suite l'un de l'autre. L'incubation ne dépasse pas dix jours. La jeune larve s'alimente aussitôt sortie de l'œuf. Elle se met dans une position presque perpendiculaire à celle de la feuille, et ronge l'intervalle entre deux ou trois nervures, en se déplaçant longitudinalement. Elle enlève ainsi des bandes parallèles, pouvant atteindre plusieurs centimètres de long, et quelques dixièmes de millimètre de large. Comme toutes les larves de Criocérines, elle rejette ses excréments sur son dos, son anus étant situé au-dessus du segment anal (Voir Pl. 2, fig. 6). Elle porte ainsi, nageant dans un mucilage transparent, de petites lignes transversales de bâtonnets noirs, revêtement qui lui donne un toucher visqueux et un aspect sale. Ces larves ont

---

(1) Bedel, dans la bibliographie au sujet de cette espèce, cite : Réaumur, Mém. III (1737), p. 233, ce qui est une erreur. Le chapitre en question se rapporte indubitablement à *Lema melanopus* L., bien reconnaissable à sa description : « Le Scarabée de cette teigne de l'Avoine et de l'Orge est petit; il est de ceux dont le corps est long. Les fourreaux de ses ailes sont d'un beau bleu, le corps est de la même couleur; mais le corselet est d'un rougeâtre qui tire sur celui d'une gomme arabique haute en couleur; les jambes sont du même rougeâtre, excepté auprès de leurs bouts, qui sont presque noirs; ses antennes sont de celles que j'ai nommées à filets grainés ». D'ailleurs, Rupertsberger cite bien ce passage comme se rapportant à *L. melanopus* L. Par contre, Caillol, sans doute sur la foi de Bedel et de Rupertsberger, le signale en même temps comme se rapportant à *L. melanopus* L. et *L. cyanella* L., ce qui est une erreur.

(2) Reh lui donne d'autres habitats, dont l'un au moins : *Cirsium arvense* L., est erroné, s'appliquant à *Lema puncticollis* Curt.; il reproduit là une bizarre erreur typographique de Reitter : Fn. Germ. IV, p. 81.

(3) C'est la seule référence sérieuse de récolte de *L. cyanella* L. sur une autre Céréale que sur le blé (à part peut-être celle de Vassiliev (1913), qui l'aurait trouvé sur Maïs, récolte qui demande vérification). On aimerait avoir quelques détails sur l'assolement qui avait précédé cette Orge et sur les cultures qui se trouvaient dans son voisinage immédiat. Deux ou trois auteurs ont bien signalé la larve de *L. cyanella* L. sur Avoine, mais les caractères qui la distinguent de la larve de l'autre *Lema* étant inconnus, leurs observations nous paraissent douteuses. Schwoerer la déclare abondante dans ces conditions à Bâle, mais plus commune, et faisant aussi de grands dégâts en Hongrie, ce qui indique très vraisemblablement *L. melanopus* L. Il en est de même de la courte remarque de Ritz. Bos et de l'article de Hansel à son sujet.

acquis toute leur taille vers la mi-juin,et se transforment en nymphes. Les premières sont apparues l'an dernier, le 20 juin, dans les environs de Versailles. Voici comment la larve s'y prend pour opérer cette transformation. Disons d'abord que les feuilles du Blé étant beaucoup moins tendres qu'au début du printemps, son alimentation est vraisemblablement moindre. Ceci, joint à la sécheresse, la débarrasse à peu près totalement des excréments qu'elle portait sur le dos. Elle choisit alors un emplacement anguleux au sommet de la plante : gouttière d'une feuille, angle de la feuille et de la tige, souvent l'épi même, et procède à la fabrication d'une coque blanchâtre qui doit l'abriter. Se fixant fortement par son segment anal, elle se recourbe dorsalement, de manière que sa tête rejoigne complètement l'extrémité postérieure de son corps. Elle commence alors à dégorger de la salive, à raison d'un jet de sept à huit bulles, nageant dans une mousse très fine, toutes les quatre secondes environ. Cette salive durcit aussitôt à l'air, formant une substance mousseuse assez fragile, mais cependant suffisante pour résister à la pluie et à la sécheresse. La larve, continuant à rejeter régulièrement des bulles de salive, se construit progressivement, d'arrière en avant, une sorte de voûte qu'elle finit par fermer complètement devant elle. Ajoutons pour finir que cette larve, qui était d'une taille relativement considérable au début de l'opération, se trouve assez diminuée de volume à la fin, c'est-à-dire une demi-heure après environ (1). La coque ainsi construite est longue de 5 mm. environ, aplatie, et d'une consistance analogue à celle d'un pain à cacheter. Elle est imperméable à l'eau. La larve reste assez longtemps immobile, dans son intérieur, sans se transformer ; on peut estimer ce repos à une quinzaine de jours environ. Les coques se formaient en effet, l'an dernier, du 20 au 25 juin et la sortie en grand nombre des adultes eut lieu aux alentours du 15 juillet. Le 17 juillet, il ne restait plus que quelques nymphes. La plupart de ces retardataires étaient d'ailleurs abondamment parasitées.

Les insectes nouvellement éclos sont extrêmement actifs et se dispersent avec rapidité. Le matin, au soleil, ils s'envolent avec facilité lorsqu'ils sont inquiétés. Après la récolte du blé, ils semblent se nourrir à peine. On les trouve cependant souvent, au cours du mois d'août, sur les *Dactylis glomerata* L., dont ils s'alimentent. Bedel avait déjà remarqué cet habitat. Pendant l'hiver, on les trouve dans les abris les plus divers : chaumes, écorces, éclisses des piquets de bois des clôtures, où ils voisinent généralement avec des Coccinelles.

---

(1) Remarquons que, d'après Réaumur, p. 220, la larve de *Crioceris lilii* Scop. tapisse sa loge de nymphose, dans le sol, par le même processus. Les mœurs de ce dernier insecte sont d'ailleurs fort bien étudiées dans cet ouvrage.

b) *L. melanopus* L.

Les adultes apparaissent assez irrégulièrement depuis avril jusqu'à la mi-mai. Ils sont extrêmement actifs, s'envolant avec rapidité au soleil, et se nourrissant abondamment aux dépens des feuilles d'Avoine (1). L'accouplement se produit aussitôt et la ponte a lieu de même. Comme pour le *L. cyanella* L. la femelle dépose en moyenne deux œufs côte à côte, sur la feuille terminale des jeunes Céréales, surtout dans les champs humides. Nous n'avons jamais trouvé de larves ni d'adultes de cette espèce s'alimentant aux dépens de Blé. L'Avoine nous a semblé nettement parasitée, ainsi que l'Orge. Fin juin dernier, notamment, nous avons récolté de nombreuses larves sur cette Céréale (2). Rarement nous avons trouvé plus de deux œufs sur la même feuille (3). Le maximum nous a semblé de quatre

---

(1) Sajo (1893) indique qu'ils peuvent aller à de grandes distances, chercher les plantes favorables à leur développement.

(2) Les auteurs sont généralement d'accord avec ces observations. Réaumur, le premier, p. 233, désigne cette espèce sous le nom de « Teigne de l'Avoine et de l'Orge ».

Averin, Sudeikin, Jablonowsky, Portschinsky, Kadocsa, entre autres, ont trouvé uniquement *L. melanopus* L. sur ces deux Céréales. Cependant, deux auteurs importants signalent des attaques sur Blé de printemps en herbe. Ce sont : Sajo : « En 1892, dit-il, le Blé aussi fut atteint et je vis des champs de Blé de printemps blanchis par l'attaque des larves » ; et Vassiliev : « Pendant 1910 et 1911, les adultes et les larves de *L. melanopus* L. mangeaient les feuilles d'Avoine, d'Orge et de Blé de printemps dans le Gouvernement de Charkov. Le Blé d'hiver n'était pas attaqué ». Ces deux observations, très intéressantes, parce que notées en périodes d'invasions massives, demanderaient cependant à être précisées, parce qu'exceptionnelles.

Il semble cependant qu'en plus de ces deux Céréales, notre insecte puisse s'attaquer au maïs. C'est du moins l'opinion de Vassiliev, mais une stricte vérification s'impose.

D'autre part, une note de Murata et Ikeda signale comme très abondant dans tout le Japon, sur le Riz, un *Lema* qu'ils nomment *Lema melanopus* L. ou *tristis* Herbst. Il s'agit là vraisemblablement d'une double erreur, cette synonymie étant absolument inexacte, et, de plus, l'insecte incriminé n'étant certainement pas *L. melanopus* L. L'auteur lui-même dit, en effet, qu'il forme des cocons blancs sur les feuilles. Notre opinion est également celle de Kuwayama. Il s'agit sans doute du même insecte, dans la note de Hadden, sur le Riz à Formose. Ces citations n'étant donc pas à retenir, n'augmentent pas le nombre des Céréales attaquées par notre *Lema*.

Sans doute, plusieurs auteurs ont signalé *L. melanopus* L. sur Blé, mais il s'agit, pensons-nous, d'observations incomplètes. Tels sont, entre autres : Baird, Plotnikov, Zolotarevsky, Vereshtchagin, Uvarov et Glazounov.

Nous ne notons que pour mémoire l'article vraisemblablement erroné de Uvarov, donnant le *L. melanopus* L. comme attaquant les melons, tournesols et quelques légumes !

Signalons, au sujet de ces divers articles russes, que n'ayant pu consulter leurs textes originaux, nous nous sommes contentés des analyses qu'en a donné *Review of Applied Entomology*.

(3) Sajo, 1893, déclare avoir trouvé parfois vingt œufs sur la même feuille, et même jusqu'à quarante ou cinquante, ce qui démontre l'extraordinaire intensité de l'invasion qu'il a pu suivre. Cependant, il ne s'agit évidemment pas là d'un fait courant et normal, et Reh, p. 184, nous semble dans l'erreur lorsqu'il dit : « Les œufs, jaune-brillant, sont déposés

ou cinq. La ponte est certainement échelonnée, les derniers œufs se trouvant au début de juin. L'incubation observée par nous, a été de 7 à 8 jours (et non de 14 jours, comme le signale Reh.). On trouve jusque fin juin, des larves ayant acquis tout leur développement, occupées à ronger les feuilles d'Avoine. Elles sont le plus souvent sur les feuilles les plus hautes, immédiatement sous la panicule. Leurs dégâts sont très analogues à ceux de *L. cyanella* L., mais les sillons qu'elles creusent sont en moyenne un peu plus longs. Pendant ce temps, les adultes diminuent considérablement de nombre ; on n'en trouve plus que quelques-uns dans la première quinzaine de juin, les derniers survivants atteignant le début de juillet (1). A cette époque, les Céréales étant trop sèches, ils se nourrissent aux dépens d'une grande graminée : le Ray-grass (*Lolium*). Fin juin, début de juillet, les larves de *L. melanopus* L. descendent le long des tiges d'Avoine et s'enfoncent à 4 ou 5 cm. dans la terre, pour se transformer. Elles se font alors une logette, dont les parois sont soigneusement lissées, mais ne présentent pas, semble-t-il, de couche de salive desséchée, comme cela a lieu pour les larves de *Crioceris*. Leur évolution souterraine doit être assez longue. Cependant, dès le début d'août, nous avons trouvé, en retournant le sol, plusieurs adultes parfaitement conformés, et encore immatures. Leurs téguments étaient mous. Probablement, une partie de ces insectes hiverne, sans quitter la loge nymphale, ce qui explique, au printemps, une sortie assez échelonnée en dates, et plus tardive que *L. cyanella* L. en moyenne (2). Cependant, une autre partie, émerge incontestablement en août, et se nourrit des feuilles de *Lolium*, graminée qu'elle semble préférer entre toutes, comme le *L. cyanella* L. préfère les *Dactylis ;* peut-être même, s'agit-il là, pour ces deux insectes, de leurs hôtes primitifs. Quoiqu'il en soit, les adultes hivernent. On les trouve quelquefois, en petit nombre, sous les écorces (3).

Pour plus de clarté, nous donnons ci-joint un tableau montrant les différences biologiques de ces deux espèces, telles que nous les avons observées dans la nature, aux environs de Paris (4).

---

comme les grains d'un collier, au nombre de dix à vingt, sur les feuilles, contre la nervure médiane, surtout sur les Céréales de printemps. Chaque feuille peut avoir quarante ou cinquante œufs et plus ».

(1) Hodson aurait observé, en Angleterre, des adultes passant facilement deux hivers.

(2) C'est également l'avis de Vassiliev.

(3) Il semble que les adultes aient des tendances à se grouper pour hiverner. Hodson le signale en Angleterre ; Chobaut in Caillol, en a trouvé beaucoup au pied des saules. Leurs mœurs se rapprocheraient en cela de celles des *Diabrotica* américains, qui hivernent en petites colonies, quelquefois à de grandes distances des lieux où elles ont vécu.

(4) Signalons à ce propos la très remarquable étude faite par Réaumur, au sujet de cette espèce. Ses observations concordent en tous points avec les nôtres : « Ces vers vivent sur les

		L. cyanella L.	*L. melanopus* L.	Remarques
Avril	15	Sortie en masse des adultes.		Sortie de *cyanella* L., en avance sur celle de *melanopus* L. Ces premiers, plus nombreux au début, diminuent, tandis que les seconds augmentent.
	30		Sortie plus ou moins échelonnée des adultes.	
Mai	1er	Ponte, uniquement sur Blé.		Ponte des *cyanella* L., en avance sur celle des *melanopus* L.
	15		Ponte échelonnée sur Avoine et Orge. (Maximum fin mai).	Ponte des *melanopus* L., disparition progressive des *cyanella* L. On ne trouve plus guère à cette époque que *L. melanopus* adultes et les œufs des deux espèces.
	30			
Juin	1er	Mort des adultes.		
	10			On trouve des larves des deux espèces. Disparition progressive des adultes de *L. melanopus* L.
	20		Croissance des larves et disparition progressive des adultes, que l'on trouve quelquefois sur *Lolium*.	Présence de coques blanches de *L. cyanella* L. sur les blés. Plus d'adultes ou très peu des deux espèces.
	25	Nymphes sur les tiges et les épis, dans une coque de salive desséchée.		
	30			On trouve encore de grosses larves de *L. melanopus* L.
Juillet	1er			Elles descendent une à une dans le sol pour se transformer, tandis que les adultes de *L. cyanella* L. éclosent en grand nombre.
	10		Descente des larves à 4 ou 5 cent. dans le sol.	
	15	Eclosion des adultes.	Nymphose dans le sol.	Tandis que les adultes de *L. cyanella*, très actifs, se trouvent sur les *Dactylis*, les *L. melanopus* L. se nymphosent dans le sol.
	30	Vit après la moisson sur *Dactylus*.		
Août	1er		Eclosion de quelques adultes.	Eclosion de quelques *L. melanopus* L. qui se trouvent sur *Lolium*.

feuilles d'Avoine et les feuilles d'Orge » dit-il. Et il ajoute, ce qui correspond remarquablement aux dates que nous avons observées : « C'est dans le mois de may et jusqu'à la fin de juin que j'ai vu ces vers ; j'en ai portés chés moi sur des feuilles, dans un temps où celui de la métamorphose était proche. Ils sont entrés dans la terre du poudrier dans lequel je les avais renfermés et s'y sont transformés en nymphes. Les Scarabées se sont tirés de leurs fourreaux de nymphes les premiers jours d'août et sont montés à la surface de la terre. »

Vassiliev et Sajo nous indiquent tous deux une évolution de l'insecte, nettement en avance, sur la nôtre, donnant la ponte en avril, et la transformation des larves au début de juin. Hodson et Baird trouvent au contraire une évolution singulièrement en retard, le début de la ponte commençant fin mai, cette dernière finissant fin juillet. Si les observations de ces auteurs sont justes, la biologie de *L. melanopus* L. varie d'une façon considérable suivant que le climat est plus ou moins continental. Chez nous, déjà, certaines larves atteignent difficilement leur taille définitive, à cause de la maturation trop rapide pour elles, de l'Avoine. En Angleterre, cela devrait être bien pis encore, tout dégât étant impossible. En Hongrie, et dans le sud de la Russie, au contraire, toute l'évolution de l'insecte se passe sur les jeunes plantes. Certains auteurs comme Averin ont été jusqu'à affirmer l'existence d'une seconde génération, fait qui nous paraît douteux, et demande, en tout cas, une rigoureuse vérification.

On entrevoit, dans ces conditions, une des explications de la localisation géographique des dégâts (1).

C. — *Rôle économique.*

a) *Distribution géographique.*

Les deux *Lema* sont répandus dans toute l'Europe, et jusqu'en Sibérie, le *L. melanopus* L. existant en outre en Afrique du Nord. Cependant, il ne font pas de dégâts partout, loin de là. Pour le *L. cyanella* L., nous possédons trop peu de renseignements pour en tirer la moindre conséquence ; nous n'en parlerons donc pas dans ce chapitre. Pour *L. melanopus* L., quelques données nous font entrevoir une curieuse répartition de sa zône de pullulation. Cette zône est constituée par une longue bande, traversant l'Europe de l'Est à l'Ouest, et restant limitée aux régions à climat continental. On se plaint en effet très fortement de cet insecte dans les pays suivants :

Sibérie : Omsk (Rodd), Turkestan (Plotnikov), Kuban (Dobrovolski), Russie du Sud : Simferopol (Schtchgolev), Charkov (Vassiliev, Averin), Voronezh (Sudeikin), Stavropol (Uvarov et Glazounov, Zolotarevsky), Saratov (Megalov), Bessarabie (Krassiltchik, Vereshtchagin, Portschinsky) (il semble que ce soit la région la plus gravement envahie), Hongrie (2),

(1) A ce sujet, les Hyménoptères parasites, sans doute favorisés par le climat marin, entrent certainement en ligne de compte. Les auteurs anglais : Hodson, Fryer et autres, indiquent en effet, avec insistance, de nombreuses larves parasitées.

(2) Kadocsa remarque que l'insecte, surtout abondant en plaine, est également commun en montagne, lorsqu'il y trouve des conditions favorables à son développement.

Suisse : environs de Bâle. France : vallée du Graisivaudan (1) et probablement d'autres localités de l'Est.

b) *Importance des dégâts.*

Dans ces régions, l'importance des dégâts est considérable ; fort heureusement, ils ne se renouvellent pas tous les ans. L'invasion augmente progressivement pendant quelques années, pour décroître ensuite. Le temps qui sépare deux de ces périodes, peut être très long. Sajo, en Hongrie, a montré que de 1863 à 1890, aucune invasion n'eut lieu. Par contre, lors de cette dernière année, il s'en produisit une particulièrement importante. « En 1889, dit-il, commencèrent à arriver au Ministère de l'Agriculture Hongrois, les premières plaintes, au sujet d'une petite limace (Schnecke) qui attaquait les Céréales de printemps : Orge et Avoine. Les régions atteintes furent, dès les premiers jours de l'année suivante, envahies d'essaims d'adultes, qui, avant de pondre, avaient déjà causé de très notables dégâts. Dans les années qui suivirent, le mal s'étendit comme une tache d'huile. En 1891, 18 comtés parmi les plus fertiles de la Hongrie, furent atteints : 45 à 50 % de la récolte était détruit. » Vassiliev observait en 1910 et 1911, une dévastation analogue dans la région de Charkov. « La récolte, dit-il, était diminuée de 25 à 50 %.

Les jeunes Céréales sont en effet blanchies dès le début du printemps, les larves ayant rongé tout leur parenchyme. Desséchées avant l'été, elles ne peuvent fournir d'épis. D'après Sajo, les bestiaux refusent les plantes attaquées lorsqu'on leur donne en vert ; cependant, ils les acceptent une fois séchées.

c) *Moyens de lutte.*

La culture du Blé d'hiver est à conseiller en pareil cas. Kadocsa, qui a fait de nombreuses expériences de pulvérisation contre les larves de *Lema*, recommande en définitive un mélange de pyrèthre et de sulfate de nicotine. L'arséniate de cuivre, le chlorure de baryum, lui ont donné de médiocres résultats. Megalov, cependant, signalait déjà en 1827, les poudrages d'arséniate de chaux. Les très fines poudres que l'on fait actuellement avec ce produit seraient probablement encore plus faciles à employer, plus économiques et plus actives, si elles étaient autorisées par la loi.

---

(1) Au mois de juin dernier, M. Savin, professeur d'agriculture à Albertville, nous écrivait : « Les ravages commis par cet insecte depuis le 8 ou 9 juin sont très grands. Le parenchyme des feuilles est complètement détruit, l'Avoine périt ».

II. — SUR UNE ALTISE NUISIBLE AUX CEREALES

La seule Altise que nous ayons vue parasiter les Céréales est *Chaetocnema aridula* Gyll. Nous l'avons observée en très grande abondance. Jamais nos élevages ne nous ont donné *C. hortensis* Geffr. (= *C. aridella* Payk.) qui aurait fort bien pu s'y trouver a priori. Nous devons en conclure que, au moins dans les régions que nous avons explorées, cette dernière espèce ne s'attaque pas aux Céréales (1). Elle est assez fréquente d'ailleurs, dans les prés découverts, mais nous ne l'avons pas récoltée dans les terrains cultivés.

A. — *Descriptions.*

a) *Adulte* (Voir Pl. 4).

L'adulte, long de 2 mm. 1/2, est vert-métallique, médiocrement brillant ; ses antennes sont testacées, enfumées à l'extrémité. Leur premier article porte une tache noirâtre en-dessus. Le milieu du front, entre les antennes, n'offre pas ce relief ovale que l'on trouve chez *Chaetonema concinna* Marsh., par exemple (2). La ponctuation de la tête est fine, égale à celle du pronotum. La base de ce dernier ne possède pas de rebord ni d'impression. Le tiers antérieur du disque des élytres est ponctué sans ordre, tandis que la partie postérieure a des stries ponctuées. Le métasternum est grossièrement ponctué, au milieu comme sur les côtés. Enfin, les pattes portent également des caractères très importants, notamment l'échancrure du tiers inférieur externe des quatre tibias postérieurs, qui n'existe que dans le genre *Chaetocnema*. Les cuisses des trois paires de pattes sont noires ; le reste des membres étant d'un testacé plus ou moins enfumé. Les quatre tarses antérieurs du mâle ont leur premier article très dilaté, large, et long à lui seul comme les trois autres ensemble.

b) *Larve* (Voir Pl. 5).

La larve, que l'on trouve dans la base des tiges d'Avoine, est blanche. Sa tête, sa plaque dorsale prothoracique, ses pattes, et les nombreuses macules de son thorax et de son abdomen sont noirâtres. Sa longueur totale atteint 5 mm. L'épistome est étroitement bordé en avant d'une ligne très

---

(1) Ce n'est pas l'avis de Newton. Dans son article, très intéressant d'ailleurs, sur les mœurs des Altises, il cite *Chaetocnema hortensis* Geffr. comme vivant à l'état larvaire, dans les tiges d'Orge. Nombre d'auteurs russes signalent à la fois comme nuisibles aux Céréales *C. aridula* Gyll. et *C. hortensis* Geffr. ; et même parfois *C. concinna* Marsh. (cf. Maslowski), ce qui est une erreur.

(2) Cette espèce s'attaque parfois aux Betteraves : Voir Mesnil et Pétré. *Bull. Soc. Lin. Nord France*, 1930.

noire, du milieu de laquelle part une autre ligne longitudinale médiane, de même couleur, et qui forme avec elle une sorte de T. Le prothorax est recouvert en-dessus par deux plaques carrées, noires, juxtaposées sur la ligne dorsale. Le mésothorax, bien différent, est orné supérieurement de douze plaques, dont quatre médianes égales, disposées en carré. Le métathorax n'en porte que dix, les quatre médianes étant très analogues à celles de l'anneau précédent. Chaque segment de l'abdomen présente dorsalement quatorze plaques (plus les deux stigmates entourés chacun par une petite tache) portant chacune un poil, et disposées en deux lignes transversales de six, entre lesquelles se trouve une ligne de deux. Le septième segment présente une particularité : les deux taches du milieu, de sa ligne inférieure de six, se sont soudées en une seule, portant deux poils. Le huitième segment pousse encore plus loin la fusion des plaques :

5. 6. 7.

Fig. 5, 6 et 7. — 5. Base d'une jeune plante d'Avoine attaquée, dont la feuille externe a été retournée vers le bas. — 6. Base d'une jeune plante d'Avoine coupée en long, montrant la galerie larvaire. — 7. Coupe d'une jeune tige d'Avoine montrant les irrégularités de l'entre-nœud miné, gêné dans son développement.

les deux médianes de sa ligne supérieure sont soudées en une portant deux poils ; les quatre médianes de sa ligne inférieure ont fait de même, en une seule portant quatre poils, tandis que les deux latérales restantes sont

allées englober le stigmate qui se trouve alors au voisinage d'un poil. Enfin, le neuvième segment est arrondi, entièrement recouvert d'une plaque noire, hérissée de quelques poils (1).

c) *Dégâts.*

Les pieds d'Avoine, atteints par les larves de cette Altise, présentent, à l'intérieur de leur chaume, dans l'un des entre-nœuds les plus proches de leur base, une galerie irrégulière. Ils ne se développent pas normalement en hauteur, et d'autant moins bien d'ailleurs, qu'ils ont été attaqués plus tôt, c'est-à-dire que les semis ont été faits plus tard. Ils portent une panicule plus faible que les plantes normales ; un bon nombre d'entre eux avortent. Les dégâts sont surtout grands en bordure des champs, les plantes atteintes ayant l'aspect de celles attaquées par l'Oscinie, sauf que leur feuille centrale n'est pas jaunie. Elle se développent en touffes larges, le tallage étant excessif et les jeunes plantes étant légèrement épaissies à la base.

B. — *Biologie.*

La biologie de cette Altise a été indiquée par M. P. Lesne (2), en 1894, ce savant a pu en faire éclore de pieds d'Avoine mis en élevage. Il a pu en outre constater que sa larve vit dans la base des jeunes tiges. On n'avait jamais signalé chez nous de dégâts importants. Cette année cependant, nous avons pu en observer de comparables en importance, à ceux de l'Oscinie. Les premiers adultes apparaissent, du moins dans la région de Versailles, en mai. La ponte a lieu aussitôt et, dès le début de juin, de jeunes larves éclosent. Leurs plantes-hôtes sont surtout l'Avoine et parfois, quoique bien plus rarement le Blé (3). Nous ne les avons pas trouvées sur Orge, comme le signale Reh (p. 210). Les œufs, pensons-nous, doivent être pondus sur la face supérieure des feuilles les plus basses, et la jeune larve doit descendre vers la tige (4). On trouve, toujours, en effet, dans la partie

(1) Cette larve était inconnue, à notre avis du moins. Un récent auteur russe, Znamenski, a bien donné, dans un ouvrage de vulgarisation, un mauvais dessin sous le nom de : *Chaetocnema aridula* Gyll. ou *Chaetocnema hortensis* Geffr. et qui s'y rapporte peut-être, mais ce document est nettement insuffisant. Par ailleurs, Lindeman donne, sous le nom de *Phyllotreta vittula* Redt., la description d'une larve, qui est peut-être la nôtre.

(2) Bedel (d'après P. Lesne) in *Bull. Soc. Ent. France*, 1894, p. xlvii.

(3) Pour des centaines de pieds d'Avoine attaqués, nous n'avons récolté que deux pieds de Blé : l'un était déjà en épi et portait une très jeune larve dans chaque nœud. L'autre, semé très en retard et encore en herbe le 15 juillet, portait dans son dernier entre-nœud une grosse larve, au terme de son développement.

(4) Kurdjumov déclare avoir observé la ponte de *Chaetocnema aridula* Gyll., près du sol, sur les parties mortes des feuilles basses, ce qui demanderait vérification.

renflée, du nœud lui-même, sous la gaîne, le début de la galerie. Cette galerie est le plus souvent horizontale au commencement, puis remonte irrégulièrement et ne dépasse pas le nœud supérieur. C'est ainsi que, le plus souvent, cette larve se trouve dans l'entre-nœud le plus bas des tiges d'Avoine. Nous en avons observé jusqu'à trois ensemble. La tige, gênée dans son développement, présente parfois, dans ce cas, des sinuosités comme le montre la figure 6. On trouve encore de très jeunes larves jusqu'au 10 juin environ. Vers la fin de juin, début de juillet, elles ont atteint leur taille définitive et descendent dans le sol pour se transformer. Dès la mi-juillet, de nouveaux adultes éclosent. A cette époque, les Céréales mûrissent, et ne sauraient abriter une seconde génération. Il est probable que les Altises ainsi écloses se nourrissent jusqu'à l'automne aux dépens de graminées sauvages. Peut-être même forment-elles une ou plusieurs générations sur ces plantes ; c'est ce que nous n'avons pas encore pu constater.

Il n'y a pas lieu jusqu'ici d'envisager de moyens de lutte contre cette Altise ; peut-être faudrait-il songer, dans ce cas, à éloigner les champs d'Avoine des prairies de graminées, à alterner les cultures, et à hâter les semis par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1913. — Averín : Opérations à entreprendre en juin. (*Bull. Enn. Agric.*, n° 3). [Review of Applied Entomology.]

1914. — Averin : Informations sur l'apparition et l'activité d'insectes nuisibles entre juin et septembre. (*Bull. Mal. Pl. du Gouv. de Charkov*, n° 5). [R. A. E.]

1918. — Baird : Report on the occurence of Insect and Fungus Pests on Plants in England and Wales in the Year 1917. (*Board of Agric. Fisheries, Misc. Public.*, n° 21.)

1892-1901. — Bedel : Fn. Col. Bass. Seine, V.

1908. — Caillol : Catal. Col. Provence, III.

1921. — Dobrovolski : Insectes nuisibles dans la province de Kuban. (*Troisième Congrès Ent. Phyt. de Pétrograd*). [R. A. E.]

1912. — Fulmek : Das blaue Getreidehähnchen auf Gerste. (*Wiener Landw. Zeit.*, n° 65.)

1928. — Hadden : Some injurious Insects of Formosa. (*Jl. Pan. Pacif. Research*, XX, pt. I.) [R. A. E.]

1924. — Hansel : Beitrag zur Kenntnis der Biologie des Getreidehähnchens : *Lema cyanella* L. (*Zeitschr. Wissensch. Insektenbiol.*, XIX, n° 1.)

1929. — Hodson : The bionomics of *Lema melanopa* L. (Criocerinae) in Great Britain. (*Bull. Ent. Res.* XX, pt. 1, p. 5, 2 pl.)

1914. — Jablonowsky : Travaux récents de la Station Royale d'Entomologie de Hongrie. (*Mthl. Bull. Agric. Int. Pl. Dis.*, Rome, V, n° 3.)

1916. — Kadocsa : *Crioceris melanopa*, insecte nuisible à l'Avoine et à l'Orge en Hongrie. (*Intern. Rev. Sc.*, Rome, VII, n° 2.)

1915. — Krassiltchik : Rapport de la Station Entomologique de Bessarabie pour 1914. Kishinev. [R. A. E.]

1916. — Krassiltchik : Rapport de la Station Entomologique de Bessarabie pour 1915. Kishinev. [R. A. E.]

1913. — Kurdjumov : Les plus importants insectes nuisibles dans la Russie moyenne et méridionale. (*St. Exp. Agric. Poltawa.*) [R. A. E.]

1929. — Kuwayama : Sur le nom scientifique d'un *Lema* : « Dorooi mushi ». (*Kontyû*, III, n° 3.) [R. A. E.]

1887. — Lindeman : Entomologische Beiträge : 1. Ueber die Lebensweise und Entwickelung der *Haltica vittula* Redt. (*Bull. Moscou*, 1887.)

1929. — Maslowskii : Une invasion massive de *Chaetocnema concinna* Marsh. et *Phyllotreta vittula* Redt. dans le Transbaïkal. (*Défense des Plantes*. Léningrad, V, n^{os} 5 et 6.) [R. A. E.]

1927. — Megalov : *Lema melanopa* L., insecte nuisible à l'Avoine, l'Orge et autres graminées. (*Rapp. St. Ent. Agric. Dept. Saratov.*) [R. A. E.]

1926. — Murata et Ikeda : *Lema melanopa* L. (*tristis* Herbst et auct.) dans les environs de Nagano. (*Jl. Plant-Protect.*, XIII, n° 1, Tokyo.) [R. A. E.]

1929. — Newton : Observations on the biology of some Flea-beetles of economic Importance. (*Jl. S. E. Agric. Coll.*, n° 26, 27 fig.) [R. A. E.]

1914. — Plotnikov : Les insectes nuisibles aux vergers aux champs et aux potagers dans le Turkestan, avec indication des moyens de lutte contre eux. (*St. Ent. Turkestan.* Tashent.) [R. A. E.]

1915. — Plotnikov : Rapport de la Station Entomologique du Turkestan pour 1912, 13, 14 et partie de 15. (*St. Ent. Turkestan*, Tashent.) [R. A. E.]

1914. — Portchinsky : Répartition géographique des principaux ennemis de l'Agriculture en 1913. (*Rapp. Ann. Dept. Agric.* pour 1913.) [R. A. E.]

1737. — Réaumur : Mém. III, 8^{e} Mémoire.

1928. — Reh : Handbuch der Pflanz, II theil, p. 184.

1912. — Reitter : Faun. Germ. IV, p. 81.

1917. — Ritz-Bos : Ziekten en beschadigingen veroorzaakt door dieren. (*Med. R. Hoogere Land.*, Wageningen, XI, n° 5.) [R. A. E.]

1922. — Rodd : Insectes nuisibles notés par le Bureau Entomologique de l'Altaï, du 1er juin au 15 juillet 1922. (*Bull. Bur. Ent. Sibérie.* Omsk, n° 1, p. 30.) [R. A. E.]

1880. — Rupertsberger : Biologie der Kafer Europas, p. 247.

1893. — Sajo : Das Getreidehähnchen (*Lema melanopus* L.). (*Zeitschrift fur Pflanzenkr.*, III, fasc. 3, p. 129.)

1913. — Schtchgolev : Insectes nuisibles en Tauride, en 1912. Simféropol. [R. A. E.]

1914. — — : Insectes nuisibles et maladies des plantes notés dans le gouvernement de Tauride en 1914. (*Rapp. Zemstvo Tauride*, Simféropol.) [R. A. E.]

1925. — Schworer : Verheerendes Auftreten des Getreidehähnchens. (*Badische Bl. fur Schadl.*, I, n° 50, Freiburg.) [R. A. E.]

1913. — Sudeikin : Ennemis de l'Agriculture dans le Gouvern. de Voronezh pour 1912 [R. A. E.]

1916. — Uvarov : Rapport du Bureau entomologique de Stravropol pour 1912. [R. A. E.]

1916. — Uvarov et Glazounov : Rapport du Bureau entomologique de Stravropol pour 1914 [R. A. E.]

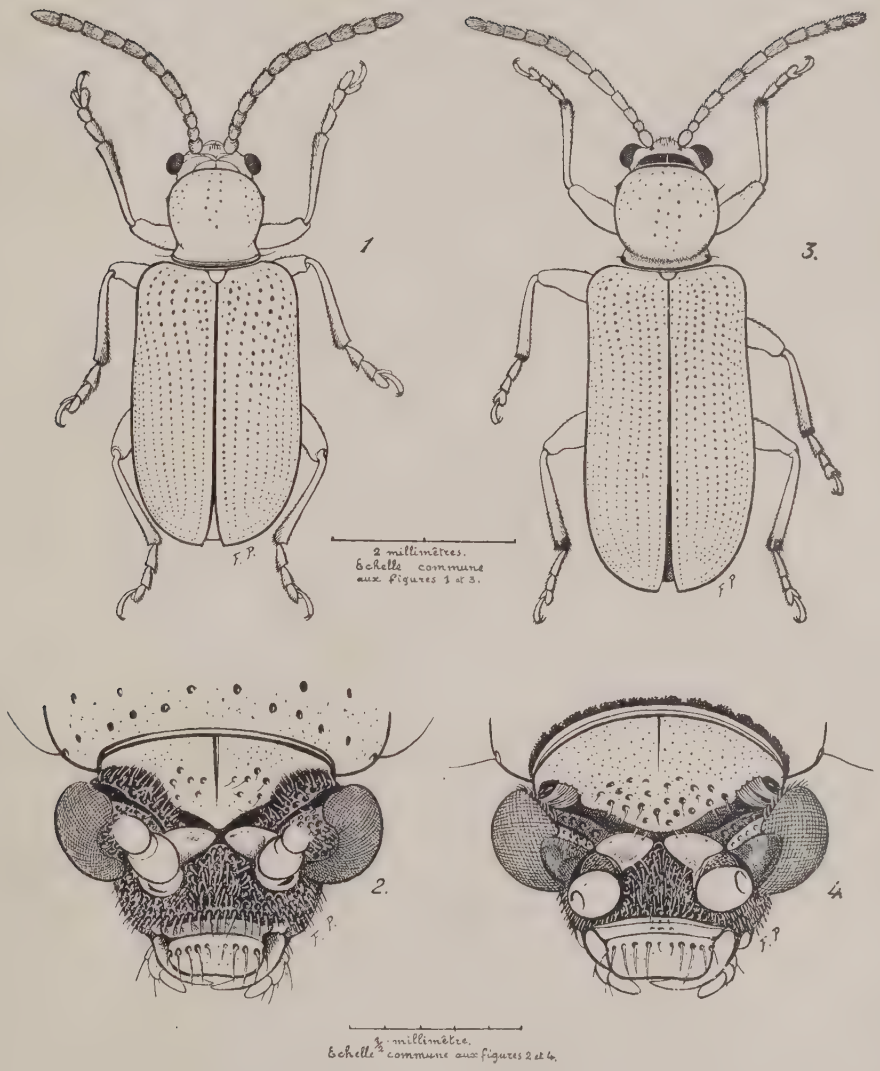
1913. — Vassiliev : Principaux remèdes contre les larves et les adultes de *Lema melanopus* L., insecte nuisible aux Céréales de printemps. (*Rapp. Soc. Raffin. de Sucre pour* 1912.) [R. A. E.]

1914. — Vereshtchagin : Expérimentation de moyens de lutte contre *Lema melanopus* L. en Bessarabie. (*Agric. Bessarabie*, Kishinev, n° 19.) [R. A. E.]

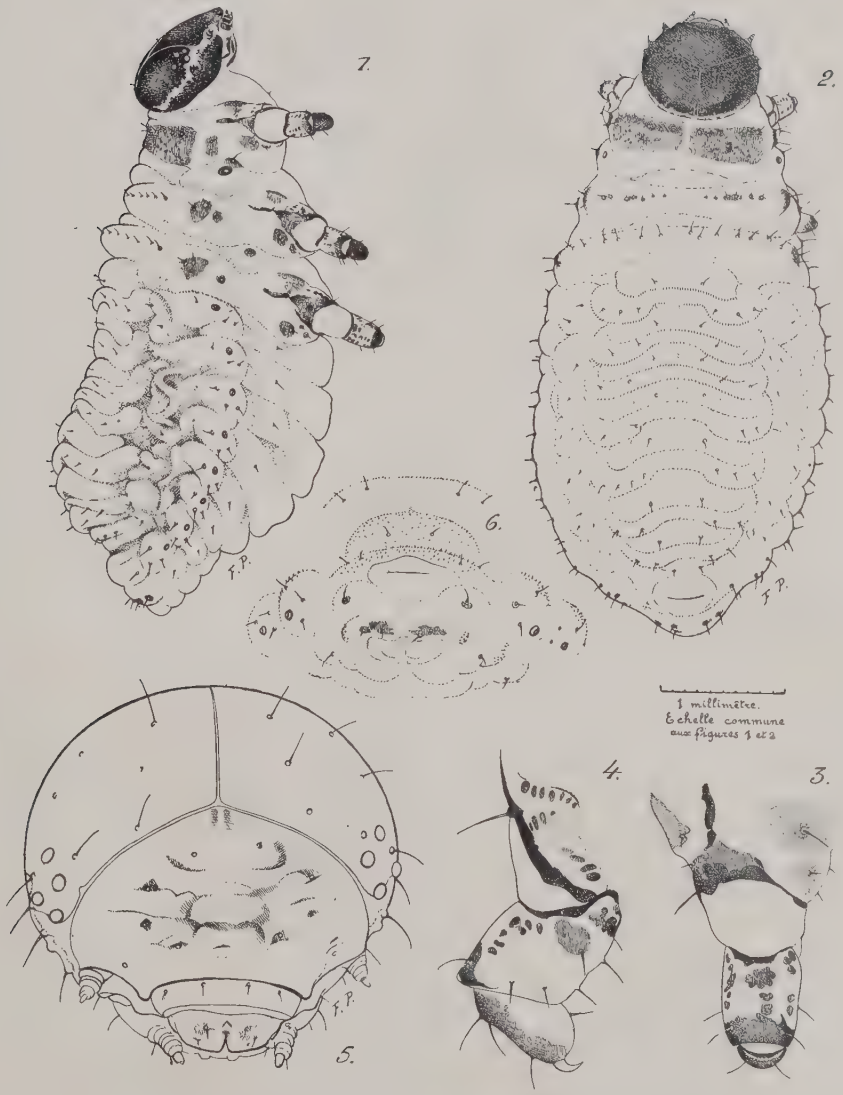
1914. — Vereshtchagin : Historique de l'activité de la Station Bio-Entomologique. (*Viata Agricola*, XII, n° 3, p. 78. Bucarest.) [R. A. E.]

1914. — Vitkovsky : Brève revue des principaux insectes nuisibles et maladies des plantes cultivées et sauvages, notés pendant 1912 dans le Gouvern. de Bessarabie. (*Mém. Soc. Nat. Bessarabie.* Kishinev.) [R. A. E.]

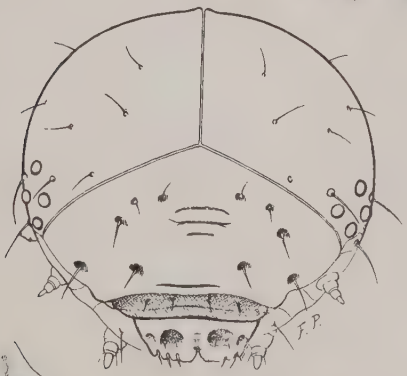
1915. — Zolotarevsky : Rapport préliminaire sur le travail de la Station Entomologique pour 1914. (*St. Expér. Agric. Cauc.* Stavropol.) [R. A. E.]

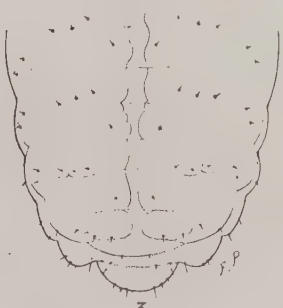


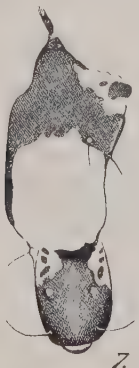
Adultes de *Lema*. — Fig. 1 : *Lema cyanella* L. — Fig. 2 : Sa tête vue de face. — Fig. 3 : *Lema melanopus* L. — Fig. 4 : Sa tête, vue de face.

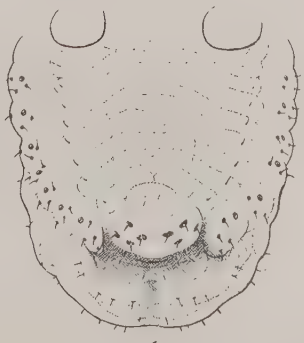


Larve de *Lema cyanella* L. — Fig. 1 : Ensemble, vu de profil. — Fig. 2 : Ensemble, vu de dos. — Fig. 3 : Cuisse antérieure gauche, vue de dos. — Fig. 4 : Cuisse médiane droite vue par sa face antérieure. — Fig. 5 : Tête vue de face. — Fig. 6 : Segment anal.









Larve de *Lema melanopus* L. — Fig. 1 : Ensemble vu de profil. — Fig. 2 : Partie antérieure vue de dos. — Fig. 3 : Partie postérieure vue de dos. — Fig. 4 : Abdomen vu de dessous. — Fig. 5 : Tête vue de face. — Fig. 6 : Cuisse médiane droite vue par sa face antérieure. — Fig. 7 : Cuisse médiane gauche vue dorsalement.

Larve de *Chaetocnema aridula* Gyll. — Fig. 1 : Ensemble vu de dos. — Fig. 2 : Ensemble vu de profil. — Fig. 3 : Tête vue de dessus. — Fig. 4 : Partie postérieure vue de profil. — Fig. 5 : Patte postérieure droite vue de dessus. — Fig. 6 : Mandibules très grossies, vues de dessus.

CONTENU DU GÉSIER DE QUELQUES JEUNES FREUX *(CORVUS FRUGILEGUS* LINNÉ) TUÉS PRÈS DU NID AVANT LEUR ENVOL

par

A. CHAPPELLIER

Chef du Service des Vertébrés du Centre de Recherches Agronomiques de Versailles

Le Service des Vertébrés, du Centre de Recherches agronomiques de Versailles, a, dans ses collections, plusieurs centaines de gésiers de jeunes Freux tués sur le nid. Une partie de ce matériel avait été récoltée avant la création du Service, en vue des recherches sur le régime alimentaire des Corbeaux. Faute de temps et surtout de personnel, l'examen des gésiers, commencé il y a neuf ans, a dû être interrompu. Ne prévoyant pas quand il pourra être repris, je tiens à publier les résultats d'une première série d'autopsies, faites en 1921-1922-1923. Elles comprennent un total de 184 gésiers, que j'ai pu récolter grâce à l'intérêt qu'ont toujours porté aux recherches du Service des Vertébrés, Mme E. Royer et M. le baron de Cambray.

Lorsque la minutieuse besogne du tri des matériaux a été terminée, j'eus devant moi, outre les céréales de grande culture, quelques graines de plantes non cultivées et des débris de graines et de végétaux dont je dois le nom à M. François, chez de travaux à la Station d'essais de semences. Quant aux Insectes, ils formaient la plus grande partie des pièces à conviction. Les espèces vulgaires furent aisément étiquetées, mais les Insectes moins communs et les nombreux fragments ne pouvaient être identifiés que par des entomologistes très avertis. Je remercie tout spécialement M. Pierre Marié, chef du Service d'entomologie à la Société des Agriculteurs de France, qui a bien voulu déterminer les Coléoptères. M. Le Cerf, assistant au Muséum national d'Histoire Naturelle, qui a nommé les Lépidoptères d'après des restes de chenilles, et M. Mesnil, préparateur à la Station centrale de Zoologie agricole du Centre de Recherches de Versailles, qui a revu les Insectes classés par moi-même, identifié plusieurs débris difficiles et présenté les

espèces à leur place dans la classification et sous leur nom actuel, c'est grâce à lui que j'ai pu terminer ce travail.

*
* *

Les gésiers examinés sont divisés en trois groupes : le premier a été prélevé sur des jeunes Freux aussitôt après leur mort, et mis dans le formol le soir même ; les gésiers du 2e et du 3e groupe furent ouverts et plongés dans le conservateur le lendemain de la chasse.

C'est le premier groupe qui a été étudié le premier, le contenu de tous les gésiers étant réuni dans un seul bocal. Pour exploiter plus facilement cette masse, j'ai essayé de trouver un dispositif de filtration ou de décantation qui permette d'alléger le très long et souvent très fastidieux travail de triage des débris. N'ayant obtenu aucun résultat satisfaisant, j'ai simplement procédé par petites portions successives de matériaux, étendues sous une mince couche de liquide, dans une boîte de Piétri qui était soutenue à quelque distance d'un papier blanc — un fond coloré facilite la recherche des forts débris végétaux, tels que les fragments de graines de céréales. L'examen avait lieu à l'œil nu ou en s'aidant d'une large loupe à faible grossissement.

Les graines et Insectes immédiatement reconnaissables étaient placés dans autant de petits cristallisoirs ; les pièces douteuses étaient séparées en quatre catégories, reprises ensuite pour un examen définitif : Insectes — Animaux non Insectes — végétaux — minéraux.

Ce travail préparatoire terminé, le contenu total des gésiers devrait avoir trouvé place dans l'un ou l'autre des cristallisoirs ; pratiquement, il reste une masse importante de débris inutilisables pour les déterminations.

Le fait qu'on doit les négliger ne diminue-t-il pas la valeur des chiffres que l'on obtient en tenant compte seulement des plus gros fragments?

Pour répondre à cette question, il faut se rapporter aux travaux de Rörig sur la vitesse de digestion chez la Corneille (1). Rörig a montré que le gésier se vide très rapidement. Il y a des différences individuelles, car les aptitudes digestives varient d'une Corneille à l'autre. A cela s'ajoute l'action propre du contenu du gésier, le travail allant plus ou moins vite, suivant qu'il y a ou non de petites pierres, suivant que la masse est composée uniquement de matériaux mous ou que ceux-ci sont mélangés à des débris durs de chitine qui agissent comme les boulets d'un broyeur.

(1) Prof. Dr Rörig. — Untersuchungen über die Verdauung verschiedener Nahrungsstoffe im Krähenmagen. (*Arbeiten aus der kaiserlichen biologischen Anstalt für Land — und Forstwirtschaft.* Vol. 5, Fasc. 5, 1906, pp. 266 à 278). — Rörig a expérimenté sur « Krähen », sans préciser l'espèce. Il dit seulement que les Oiseaux lui ont été envoyés de Rossitten, par l'intermédiaire du Dr Thienemann : il s'agit donc, presque certainement, de Corneilles mantelées, *Corvus cornix* Linné.

Ce sont les graines qui résistent le plus longtemps. Rörig a trouvé, pendant près de 24 heures après ingestion, des peaux de grains de blé ou des glumes. Par contre, une de ses Corneilles a reçu 100 grains de blé qui ont complètement disparu en 8 heures.

Les Insectes sont réduits les premiers. Après un séjour d'environ 1/2 heures à 1 heure, des Coléoptères avalés entiers ou par gros morceaux peuvent être réduits à de très fines particules (Corneille N° 3 de Rörig : reçoit 9 Hannetons et 93 larves de Taupin ; après une demi-heure il ne reste des Hannetons que des petits fragments. Les larves sont très fortement digérées, quelques-unes seulement sont encore intactes et reconnaissables. — Corneille N° 13 de Rörig : reçoit 11 Hannetons; après 1 h. 1/4 quelques pattes et une fine poussière de chitine). Les gros Carabiques, encore reconnaissables à la fin de la deuxième heure, disparaissent du gésier entre la 5e et la 8e heure (Corneille N° 22 de Rörig : reçoit un Carabique, 2 *Iulus terrestris*, 10 vers blancs, 3 vers de terre ; après 5 heures plus trace des Insectes — Corneille N° 23 de Rörig : reçoit 2 Carabiques, 1 *Iulus terrestris*, 10 vers blancs, 3 vers de terre; après 6 heures, il reste, pour les Insectes, quelques petits débris de chitine provenant des élytres des Carabiques. — Corneille N° 24 de Rörig : reçoit 2 Carabiques, 2 *Iulus terrestris*, 10 vers blancs, 3 vers de terre ; après 8 heures, estomac complètement vide.)

Il résulte de ces expériences de Rörig que tous les matins, au réveil, le gésier du jeune Freux doit être vide et que son contenu se renouvelle au moins une fois dans le courant de la journée. L'autopsie d'un jeune Freux tué vers midi donnerait environ la moitié de son menu journalier.

Rörig, lorsqu'il parle de très fins débris de chitine, n'en donne pas la nature exacte et cependant ces très fins débris ont une importance capitale.

En effet, lorsque je commençai le tri du premier groupe, sur lequel je faisais mon apprentissage, il me fallût recommencer à plusieurs reprises le triage, parce que je constatais la signification de débris de chitine que je n'avais pas recherchés au début. C'est ainsi que la dernière trace laissée dans le gésier par un Hanneton est son pygidium. L'extrême pointe de cette partie de l'Insecte est la preuve indiscutable que le Corbeau avait mangé un Hanneton, et sur les 1.230 *Melolontha vulgaris* que j'ai trouvés dans le premier groupe, 975 n'ont été comptés que sur la vue de leur pygidium.

Cet organe se trouve ordinairement libre dans le liquide d'examen ; il se glisse souvent dans des replis de débris plus gros où il faut aller le dépister. Avec quelle facilité il échappe à l'attention! J'avais enregistré et préparé 974 pygidiums, lorsqu'au moment de rédiger ces lignes, j'ai voulu examiner à nouveau les restes de l'Oiseau dont il sera question plus loin ; en nettoyant le crâne, j'y ai trouvé, collé, le 975e pygidium.

Pour les Hannetons, on s'attarderait à rechercher leur pygidium. Chez d'autres Insectes, les parties prédominantes seront différentes. Des Charan-

çons, par exemple, m'ont donné, comme dernier reste, leur rostre. Sur la figure (1) qui se rapporte au Charançon de la Livèche (*Otiorrhynchus ligustici* L.) du groupe 2, on voit que le rostre a permis d'identifier 119 individus, tandis que les autres parties auraient seulement indiqué :

L'abdomen : 7 individus. Les élytres : 15. Les pattes : 23. Le thorax : 30.

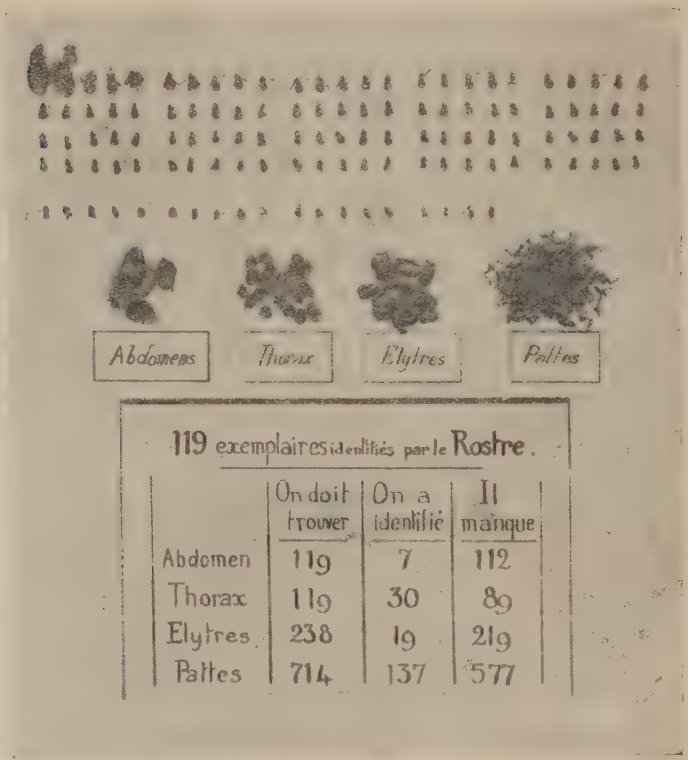


Fig. 1. — *Otiorrhynchus ligustici* L., trouvés dans des gésiers de jeunes Freux. La partie la plus résistante de cet Insecte est le rostre.

Un autre Charançon, *Tanymecus palliatus* Fabricius, également du groupe 2, permet une remarque analogue :

Partie de l'insecte	On doit en trouver	On a identifié	Il manque
Rostre	—	170	—
Thorax	170	116	54
Abdomen	170	86	84
Elytres	340	270	70
Pattes	1.020	197	823

Pour *Carabus auratus* Linné, du groupe I, c'est la tête qui s'est montrée la plus résistante :

Partie de l'insecte	On doit en trouver	On a identifié	Il manque
Tête	—	27	—
Thorax	27	10	17
Abdomen	27	2	25

Chaque groupe, chaque genre peut-être d'Insectes aurait ainsi sa caractéristique d'autopsie. De même, les divers organes, thorax, abdomen, élytres, pattes, auraient chacun une partie plus résistante qui peut, du reste, varier, tout au moins d'un groupe à l'autre. Cette partie serait, pour l'abdomen : la pointe, pour le thorax : le bouclier, pour les élytres : soit la pointe (*Otiorrhynchus ligustici* Linné), soit le sommet (*Eurygaster maurus* Linné).

Au cours du tri de matériaux, on se guiderait sur ces particularités pour rechercher et mettre de côté même les plus infimes fragments des parties reconnues comme caractéristiques : j'ai trouvé des rostres de Charançon, réduits à une toute mince lamelle détachée d'un côté de l'organe. Il faudra toutefois ne pas se fier exclusivement aux parties caractéristiques parce qu'il se peut fort bien que l'évacuation hors du gésier ait justement commencé par elles. Leur présence, sans aucune autre trace de débris, permet de compter un insecte, leur absence n'autorise pas à négliger les autres débris.

RÉSULTAT DES EXAMENS

Premier groupe.

Jeunes Freux tués au bord du nid le 7 mai 1921, au Château de Cambray, à Germignonville (Eure-et-Loir), Corbeautière N° 108.

A. — 152 gésiers dont le contenu a été réuni en une seule masse.

Trois de ces gésiers étaient vides : l'un complètement, les deux autres contenaient seulement du sable fin ou des petits cailloux.

10 gésiers ne contenaient que des traces de matières végétales : 7 avec traces végétales seules, 3 avec traces végétales accompagnées de petits cailloux.

Il reste : 152 — 13 = 139 gésiers.

Aliments d'origine animale.

Vertébrés. — Un jeune Oiseau : d'après la forme qu'a conservée le corps, c'est un embryon pris dans l'œuf, très peu avant l'éclosion. Le bec avec son diamant, une aile et les pattes sont intactes, duvet marron.

MM. Berlioz et Delacour ont examiné ces restes : ils appartiennent à un Gallinacé.

Invertébrés. — *Vers.* — Vers de terre : probablement plusieurs espèces différentes, fragments paraissant appartenir à une dizaine d'individus.

Arachnides. — Un adulte ; une ponte.

Myriapodes. — *Geophilus carpophagus* Leach ; *Iulus terrestris* Linné ; *Cryptops hortensis* Leach : au total 5 à 6 individus.

Orthoptères. — *Gryllus campestris* Linné : 1.

Diptères. — Larve de gros Diptère (*Sarcophaga?*) : 1.

Lépidoptères. — *Hepialus lupilinus* ou *sylvinus* Linné : 2 chenilles ; *Lasiocampa* (= *Bombyx*) *trifoli* (?) Esp : 3 à 5 chenilles.

Agrotis ypsilon Rott = *suffusa* Honlo.; *A. exclamationis* L.; *A. pronuba* L. ; *A. segetum* Schiff ; *A. tritici* L. : 44 chenilles, les plus nombreuses étant *A. segetum* et *A. tritici* ; *Taeniocampa* (Sp) ? *cruda* : 8 chenilles jeunes.

Colléoptères. — *Carabus auratus* L. : 27 à 28 ; *Carabus monilis* F. : 2 ; *Ophonus pubescens* Muller : 12 ; *Harpalus rubripes* Duftschmid : 1 ; *Harpalus* (Sp?) : 1 ; *Ocypus olens* Muller : 1 ; *Silpha obscura* L. : 2 ; *Glichrochilus quadriguttatus* F. : 1 ; *Asida sabulosa* Gœze : 1 ; *Otiorrhyncus ligustici* L. : 293 ; *Tanymecus palliatus* F. : 47 ; *Phyllobius* (Sp?) : 1 ; Restes de charançons du groupe des Lexines ; *Cleonus piger* Scopoli : 3 ; *Cleonus* (Sp?) : 13 ; *Myniops variolosus* F. : 1 ; *Phytonomus punctatus* F. : 1 ; *Geotrupes sylvaticus* Panzer: 1 ; *Aphodius fimetarius* L. : 3 ; *Rhizotrogus rufescens* Latreille : 2 : *Melolontha vulgaris* L. : 1.230.

Parmi les *Melolontha vulgaris*, 228 mâles ont pu être reconnus, d'après leurs organes copulateurs : 67 étuis de verge ou paires de pinces étaient complets ; une femelle était encore attachée au mâle, 321 pinces isolées correspondaient à 161 mâles.

Les pinces des mâles paraissent avoir une résistance comparable à celle du pygidium, le fait serait à vérifier. S'il était exact, on aurait, dans le cas présent, une proportion d'environ 1 mâle pour 5 femelles.

Hyménoptères. — Deux coques de Thentrède ; Un Bombus (Sp?).

Mollusques. — Trois petits Gastéropodes.

Aliments d'origine végétale. — Blé : 301 grains (environ 10 grammes de grain sec) ; Avoine : 6.922 grains (environ 280 grammes de grain

sec) ; Orge : 270 grains (environ 10 grammes de grain sec) ; Maïs : 5 à 6 grains ; Sarrazin : 278 grains.

Plantes sauvages : *Polygonum aviculare* Linné 4 grains ; Une graine de Légumineuse représentée par son hile, indéterminable.

Matières d'origine minérale. — Petits cailloux : 0 k. 101.

B. - 7 gésiers du même jour que les A, mais examinés séparément

Gésier N° 1. — *Melolontha vulgaris* L.: 7 ; Débris d'Insectes ; Calice d'une petite fleur ; Petits cailloux : 0 gr. 20.

Gésier N° 2. — Ver de terre : 1 ; *Iulus terrestris* L. : 1 (?) ; *Melolontha vulgaris* L. : 28. Avoine : 4 grains ; Petits cailloux : 0 gr. 615.

Gésier N° 3. — *Melolontha vulgaris* L. : 27. — Helix (Sp?) débris. — Avoine : 1 grain. — Petits cailloux : 0 gr. 820.

Gésier N° 4. — *Melolontha vulgaris* L. : 56 ; Restes de Coléoptère carabique, de Brachirrinide et d'un Charançon Cléonide. — Avoine : 26 grains. — Graines indéterminées : 2. — Petits cailloux : 0 gr. 470 ; un de ces cailloux est très gros pour le gésier, il pèse 0 gr. 140.

Gésier N° 5. — *Carabus auratus* L. : 1 (?) ; *Melolontha vulgaris* L. : 14. — Avoine : 22 grains. — Orge : 3 grains.

Gésiers N^{os} 6 et 6 *bis* (*deux gésiers réunis*). — Ver de terre : 1 ; *Carabus auratus* L. : 1 ; *Silpha obscura* L. : 1 ; *Otiorrhynchus ligustici* L. : 7 ; *Tanymecus palliatus* F. 3 ; Curculionide du groupe des Lexines : 8 ; *Melolontha vulgaris* L. : 54, dont 43 seraient des mâles. — Ver de terre : 1. — Avoine : 1 grain. — Pomme de terre : plusieurs fragments formant au total la valeur d'un gros grain de Maïs.

Gésier N° 7. — Coléoptères : *Carabus auratus* L. : 1 ; *Otiorrynchus ligustici* L. : 8 ; *Tanymecus palliatus* F. : 6 ; *Cleonus* (Sp.) : 3 ; *Aphodius fimetarius* L. : 13 ; *Aphodius granarius* L. : 2 ; *Aphodius* (Sp.) : 2 ; *Ontophagus cœnobita* Herbst : 1 ; *Amphimallus majalis* Mazoum : 1 ; *Melolontha vulgaris* L. : 1 ; Différents débris de Coléoptères indéterminables. — Hyménoptères : *Tetramorium caespitum* Linné : (Fourmi). — Blé : 26 grains. — Avoine : 12 grains. — Orge : 3 grains.

Deuxième groupe

Jeunes Freux tués le 9 mai 1922 au Château de Cambray.

19 gésiers étudiés ensemble :

Aliments d'origine animale. — *Vers* : Vers de terre : 10 à 12. — *Arachnides* : Araignées (Sp.) : 2. — *Hémiptères : Eurygaster maura* (1) L. : 263. — *Coléoptères : Carabus auratus* L. : 4 (?) ; *Carabus monilis* F. : 6 (?) ; *Harpalus rubripes* Duftschmid : 3 ; *Chlaenius* (Sp.) : 1 ; *Staphylinus olens* Müller : 1 ; *Ablattaria laevigata* F. : 1 ; *Ténébrionide* (Sp.) : débris ; *Cassida nebulosa* L. : 1 ; *Otiorrhynchus ligustici* L. 119 ; *O. singularis* L. : 1 ; *O.* (sp.) : 2 ; *Peritelus sphaeroides* Germar : 1 ; *Tanymecus palliatus* L. : 170 ; *Cleonus piger* Scopoli : 1 ; *Hylobius abietis* L. : 1 ; *Aphodius subterraneus* L. : 2 ; *Sphenophorus* (sp.) : 4 ; *Aphodius fimetarius* L. : 2 ; *Melolontha vulgaris* L. : 2. — *Hyménoptères : Vespa germanica* L. : une femelle.

Aliments d'origine végétale. — Orge : 122 grains.

Matières d'origine minérale. — Petits cailloux et sable très fin : 20 gr. 88, dont, pour les cailloux : 20 gr. 67.

Troisième groupe

Jeunes Freux tués au bord du nid, le 3 avril 1923, au Château Marie, à Mme E. Royer, Gaubertin, Loiret. Corbeautière N° 130.

Six gésiers ont été examinés — une partie des matériaux a été perdue au cours de déménagements successifs.

Les gésiers de ce groupe sont caractérisés :

du côté nourriture végétale : par une grande quantité de résidus de grains de céréales, parmi lesquels dominent les enveloppes d'Orge ;

du côté nourriture animale : par une prédominence remarquable du petit Hanneton des blés (*Rhizotrogus rufescens* Latreille). Plusieurs gésiers en étaient littéralement bourrés. *Seuls les Insectes du* N° 2 *ont été conservés au complet.*

Gésier N° 1. — Très gonflé par la masse de résidus de céréales. *Coléoptères :* quatre individus dont un *Carabus auratus* L. Graines : Blé : 2 grains ; Avoine : plus de 300 grains : Orge : 48 grains, dont plusieurs avec radicelles. — Petits cailloux : 0 gr. 51.

Gésier N° 2. — Masse de résidus de céréales, contient certainement des débris d'Avoine et d'Orge.

Coléoptères : Otiorrhynchus ligustici L. : 2 ; *Rhizotrogus rufescens* Latreille : 83 (les têtes donnent 73 individus, les abdomens 83) ; Une mandibule de larve de Coléoptère ; Une mandibule de Coléoptère (?) ; Débris de Mollusque ; Petits cailloux : 2 gr. 38.

(1) A. Chappellier. — Régime alimentaire des Corbeaux Freux et « moyens de défense » des Insectes. *Bull. Soc. Entomologique de France*, 1923, p. 73 à 75.

Gésier N° 3. — Bourré de débris de céréales, orge probablement dominante. — Sont reconnaissables : Orge : 18 grains ; Avoine : 36 grains.

Gésier N° 4. — L'Orge domine dans les débris végétaux très nombreux.

Vers de terre : 2 ou 3 ; *Coléoptères* : *Otiorrhynchus* (Sp.) ; Une larve d'*Asida*, très probablement *A. sabulosa*.

Gésier N° 5. — Son contenu est une bouillie d'origine végétale qui, à l'ouverture de l'organe, avait une teinte brun violacé.

Coléoptères : Très fins débris, parmi lesquels des restes d'un Staphylinide (sp.), d'un Curculionide (sp.), d'un *Phyllobius* et de *Rhizotrogus* (sp.).

Quelques petits cailloux.

Gésier N° 6. — Très fins débris végétaux, provenant probablement de graines d'Orge.

REMARQUES D'ENSEMBLE

Les observations concernant les groupes de gésiers de jeunes Freux que nous avons examinés ne forment que le premier maillon d'une chaîne à laquelle le Service des Vertébrés voudrait pouvoir ajouter beaucoup d'autres. Sans comporter des conclusions générales elles permettent pourtant quelques remarques qui ressortent d'elles-mêmes, à la simple lecture des procès-verbaux d'autopsies :

1° Parmi les Céréales, c'est l'Avoine qui paraît la plus appréciée. Cependant, les Freux de Gaubertin ont recueilli beaucoup d'Orge. Ceci est certainement dû à une facilité de récolte résultant d'un ensemencement de cette céréale dans le voisinage : avant l'ouverture d'un lot de gésiers prélevés en Seine-et-Marne, le propriétaire de la corbeautière annonça qu'il contiendraient beaucoup de grains de blé sec. Un rapide examen, au moment de la mise en formol, confirma cette « prédiction » que son auteur reconnut avoir été facile ; une meule de blé avait été battue la veille et on avait vu, aussitôt la machine partie, les parents Freux venir en foule sur l'aire pour y chercher le grain tombé.

2° Les Freux adultes apportent à leurs jeunes une quantité importante d'Insectes ; la grande majorité appartient à des espèces dont la taille et le grand nombre facilitent la capture : *Melolontha vulgaris*, en 1921, année à Hannetons à Germignonville ; *Rhizotrogus rufescens* à Gaubertin en 1923 ; *Otiorrhynchus ligustici* Linné : ce Charançon, nuisible à beaucoup de cultures, paraît être spécialement recherché.

3° Bien qu'on ne puisse être absolument affirmatif, n'ayant pu vérifier le fait sur place, on est autorisé à supposer que le 3 avril, date où ont été tués les Freux de Gaubertin, les *Rhizotrogus rufescens* Latreille n'avaient pas encore pris leur vol.

Comment les Freux découvrent-ils alors ces Insectes sous la terre ? Vraisemblablement par l'ouïe ? (en entendant gratter l'adulte qui se rapproche de la surface du sol ?). L'odorat n'intervient pas : on sait qu'il est pratiquement nul chez l'Oiseau.

4° La récolte des Insectes adultes serait faite par les parents avec une très grande rapidité : dans les expériences de Rörig (Corneille N° 3) après une demi-heure dans le gésier, des Hannetons sont réduits à l'état de fins débris. Les 83 *Rhizotrogus rufescens* du gésier N° 2 de Gaubertin, encore parfaitement reconnaissables à leur abdomen, cependant très mou, auraient donc été apportés par les deux parents en 5 ou 10 minutes au plus ?

5° La quantité d'Insectes qu'un jeune Freux est capable de détruire en une journée est souvent très importante : le gésier se vide au bout de 5 à 8 heures (Corneilles 22, 23 et 24 de Rörig) et l'autopsie ne donne qu'une partie des apports de la journée, or, les Freux de Germignonville (Eure-et-Loir) ont fourni les chiffres suivants : on trouve, dans un seul gésier 7, 14, 27, 28, et jusqu'à 56 Hannetons en même temps.

6° Etant donné les constatations de Rörig sur la durée du séjour des aliments dans le gésier et les résultats des présentes autopsies, il apparaît qu'une étude méthodique de la nourriture du jeune Freux devrait comporter des prises de matériaux faites à intervalles réguliers, avec tranquillité complète rendue à la corbeautière entre chaque prélèvement : action brusquée des tireurs abattant des Oiseaux pendant quelques minutes, puis cessation complète de l'intervention jusqu'au prélèvement suivant.

Pour un premier essai, les prélèvements seraient faits de quatre en quatre heures, le premier ayant lieu le matin. 4 heures après la première envolée des parents vers leurs lieux de chasse.

RECHERCHES SUR LES DEGATS COMMIS PAR LE SURMULOT (*MUS NORVEGICUS* ERXLEBEN) DANS LES APPROVISIONNEMENTS DE GRAINES

INDICE DE NUISIBILITÉ

PREMIERS ESSAIS EN CAPTIVITÉ : GRAINES PRÉFÉRÉES ; CONSOMMATION JOURNALIÈRE.

par

A. CHAPPELLIER

Chef du Service des Vertébrés du Centre de Recherches Agronomiques de Versailles

---

Ces premiers essais datent de 1926. Ils seront repris et continués lorsque le Service des Vertébrés disposera de l'emplacement et du matériel nécessaires à des expériences plus étendues.

Les Surmulots ont tous été capturés près de poulaillers, dans le Grand Parc de Versailles, entre la Ménagerie et le Pavillon des Matelots, en bordure de la route de Versailles à Saint-Cyr-l'Ecole. Au Laboratoire, ils étaient lâchés dans un « Ratodrome » (1), composé de deux parties : le *promenoir*, large enceinte en tôle, à ciel ouvert, de 1 m. 70 de diamètre et la *cage-dortoir* amovible, où l'animal se retire et se met à l'abri. Une trappe permet de l'y enfermer pendant les visites du promenoir. Le sol de celui-ci était recouvert d'une épaisse couche de sable.

Le Ratodrome a, sur les petites cages ordinairement employées, le grand avantage de placer le Rat dans des conditions beaucoup plus proches de la réalité. Le promenoir, où l'animal évolue tout à son aise, permet, en outre, de lui offrir en même temps un grand nombre de graines différentes et de lui donner un poids important de chacune d'elles.

Nourriture

Au début des expériences, la nourriture était donnée dans une série de petits moules à pâtisserie de 7 centimètres de diamètre, cloués, en ligne, côte à côte, sur une étroite planchette. Ce matériel se montra très incom-

(1) A. CHAPPELLIER. — Essais sur l'alimentation du Campagnol des Champs (*Arvicola arvalis* Pallas). Reproduction en captivité. *Revue d'Histoire naturelle appliquée*, 1re partie. Vol. IX, N° 6-7, juin-juillet 1928.

mode et fût presqu'aussitôt remplacé par des assiettes en métal de 16 centimètres de diamètre, posées, sans lien entre elles, sur le sable.

A chaque vérification, et avant de toucher aux assiettes, on notait l'aspect de leur contenu. Ensuite, les graines éparpillées sur le sol ou emportées par le Rat dans sa cage-dortoir étaient soigneusement ramassées et remises dans les assiettes correspondantes, après le rejet du sable que le Rat y avait entraîné. C'est alors seulement qu'avaient lieu les pesées de contrôle, sur une balance sensible au gramme. — Aux jours non indiqués dans les tableaux, il n'y a pas eu de pesée.

Dans les tableaux, le chiffre que l'on trouve en tête d'une colonne de graine est le poids mis en expérience ; les poids suivants sont ceux de la graine restant dans l'assiette au jour de la pesée. Les dates sont notées dans la première colonne à gauche.

Pour inscrire les poids, cinq caractères typographiques différents ont été employés ; ils correspondent à cinq échelons dans le comportement du Rat vis-à-vis de ses graines :

1° 50 Graine complètement négligée ;

2° *50* Graine visitée et remuée mais non goûtée ;

3° **50** Graine goûtée, sans que la perte de poids soit appréciable à la balance ;

4° ***35*** Graine largement attaquée.

Dès qu'une graine atteint ce quatrième échelon, elle entre dans le calcul de la consommation journalière — inscrite à la dernière colonne de droite de plusieurs tableaux.

La consommation journalière est le total de tous les poids de graines que le Rat mange en 24 Heures. Ceci est intéressant à connaître, mais reste un peu théorique. Je me suis, au contraire, attaché à mettre en relief une notion de toute première importance pour le commerce des grains et qui paraît n'avoir jamais été envisagée jusqu'ici dans les recherches sur la nourriture des Rongeurs ; c'est le cinquième échelon :

5° **24** Graine commercialement détruite = *nuisibilité*.

Par graine *commercialement détruite*, j'entends une graine qui, sur la balance, peut encore fournir un poids appréciable et même assez élevé, mais n'est plus représentée que par des restes inutilisables pour la vente. Arrivée à cet échelon, la graine n'a plus aucune valeur, elle est détruite, anéantie au point de vue commercial. C'est là, à proprement parler, le *dégât* commis par le Rat, c'est la mesure exacte de sa *nuisibilité* pour le commerçant dont il attaque les approvisionnements en grains.

On obtient l'échelon « nuisibilité » en examinant le contenu des assiettes, particulièrement de celles où se trouvent des graines, telles le Chènevis et le Sarrazin, dont les enveloppes ouvertes et vidées par le Rat font volume et cachent les grains restés intacts qui seuls comptent encore.

Rat N° 1 — Surmulot mâle. Poids : 0 k. 274.

Premier essai :

TABLEAU A

	Avoine avec enveloppes	Blé	Maïs	Orge	Sarrazin	Seigle
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
12 avril 1926	25	25	25	25	25	25
13 — —	*24*	*13*	*25*	*16*	0	25
15 — —	23	0	25	9		*14*
16 — —	22		24	0		0
17 — —	0		0			

Les graines préférées par le Rat N° 1 sont, dans l'ordre : Sarrazin, Blé, Orge et Seigle, Avoine et Maïs. Sans connaître complètement ce que le Rat trouvait à la basse-cour où il se ravitaillait, je sais qu'il y disposait de Sarrazin.

Deuxième essai :

TABLEAU B

	Avoine avec envelop.	Blé	Chènevis	Fèves	Haricots	Maïs	Orge	Pois	Sarrazin	Seigle
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
17 avril 1926. . .	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
18 — — . . .	50	*38*	50	50	50	*48*	*44*	50	*37*	50
19 — — . . .	50	38	*50*	50	50	50	38	*49*	36	*30*

Dans le second essai, ont été ajoutées aux graines du tableau A le Chènevis, les Fèves, les Haricots et les Pois. Parmi ces graines nouvelles pour lui, le Rat n'a touché qu'au Chènevis (quelques grains, sans influencer la balance), et aux Pois. Lors de la pesée du 19 Mai, il a fallu ajouter à l'assiette de ces derniers 12 grains pour rétablir les 50 grammes initials.

Nuisibilité. — Le Tableau A la donne d'une facon absolue, c'est-à-dire que, aussitôt qu'on la constatait pour une graine, les restes n'étaient plus indiqués, ceci pour bien insister sur la signification que l'on voulait donner à l'échelon « Graine commercialement détruite ».

On voit que la nuisibilité apparaît dès le premier jour pour le Sarrazin. Le surlendemain, le blé est annoté « disparu ». Le 16 Avril, c'est le tour de l'Orge et du Seigle. Le 17, toute la bonne partie de l'Avoine et le Maïs sont mangés.

Le Rat N° 1 a donc détruit :

25 grammes	de	Sarrazin en	1 Jour
25 —	de	Blé en	3 Jours
25 —	d'	Orge ou de Seigle en	4 Jours
25 —	d'	Avoine ou de Maïs en	5 Jours

Reportant ces résultats à 100 grammes de graine et admettant que le Rat aurait mis quatre fois de temps à détruire cette quantité, nous dirons que l'*Indice de nuisibilité* du Rat N° 1 est :

Pour le Sarrazin, 100/4 ; pour le Blé, 100/12 ; pour l'Orge et le Seigle, 100/16 ; pour l'Avoine et le Maïs, 100/20.

Il est à noter que les trois derniers indices sont des maxima, puisque la pesée n'a pas eu lieu le 14 avril, ce qui peut augmenter d'un jour la durée des graines.

Le second essai a été de courte durée : blessé dans une manœuvre de la cage-dortoir, l'animal a dû être sacrifié avant que la nuisibilité ait eu le temps de s'établir. Elle s'annonçait, du reste, plus lente que dans le Tableau A, puisqu'à la pesée du 18, le poids du Sarrazin restant a atteint 37 Grammes, après vannage des épluchures et enlèvement des résidus farineux.

Le ralentissement peut-il provenir de ce que le Rat ne supporte pas bien le régime exclusivement composé de grains secs : il ne pèse plus le 19 Avril que 0 k. 255, ayant perdu 19 grammes en six jours.

Rat N° 2. — Surmulot femelle. Poids 0 k. 201.

TABLEAU C

1926	Avoine avec envelop.	Blé	Chènevis	Fèves	Haricots	Maïs	Orge	Pois	Sarrazin	Seigle	Consom. Journalière
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
26 avril...	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
27 — ...	50	*50*	50	50	50	*50*	50	50	**24**	50	26
29 — ...	50	**10**	*49*	50	50	50	*40*	50	16	*47,50*	61.5
30 — ...	50	9	35	50	50	50	40	50	15	31	32,5
1er mai...	50	9	21	50	50	50	40	50	15	23	22
2 — ...	50	9	**19**	50	50	50	38	50	15	7	20
3 — ...	50	9	18,5	50	50	50	**22**	50	15	**4**	24
4 — ...	50	8	13	*50*	50	*43*	**11,5**	50	15	4	25
6 — ...	*50*	8	12	50	50	10	11	*50*	14	4	35,5

Jusqu'au 3 Mai, c'est-à-dire pendant les sept premiers jours, le Rat néglige complètement l'Avoine, les Fèves, les Haricots et les Pois. Les Haricots restent intacts et le Rat ne se décide à toucher aux autres que lorsque les graines préférées sont achevées et que la faim le presse. Et encore, ne prend-il vraiment, du 4 au 6 mai, que le Maïs, probablement après avoir essayé d'extraire les quelques grammes qu'il a réussi à trouver dans les débris du Chènevis, de l'Orge et du Sarrazin. Fait à noter, l'Avoine n'est pas mieux appréciée que les Fèves et les Pois.

La consommation journalière est inscrite dans cet essai : après un brusque maximum le troisième jour, elle tombe à partir du 1er Mai et se maintient à peu près égale pendant quatre jours, pour se relever fortement en fin d'expérience, sous l'influence semble-t-il du Maïs.

Cela n'a pas suffi pour empêcher un léger amaigrissement : tandis que le Rat avait, jusqu'au 3 mai, profité de son menu quotidien, passant de 0 k. 201 à 0 k. 222, il termine avec 0 k. 214, en descente, sans toutefois avoir eu le temps de reperdre tout son gain.

Nuisibilité. — Dans les colonnes Blé et Sarrazin, la nuisibilité apparaît identique à celle du Tableau A. Sarrazin, premier jour ; Blé, troisième jour. L'indice de nuisibilité du Rat N° 2 pour ses deux graines est donc moitié de celui du Rat N° 1 : Sarrazin $= \frac{100}{2}$, Blé $= \frac{100}{6}$. Le Rat revient le 30 avril au Blé, pour y retrouver un grain et ne le visitera plus ensuite que lorsque les provisions seront presqu'épuisées. Le Sarrazin, lui, fournit encore 8 grains le 29 Avril, puis il est abandonné jusqu'au gramme de secours que le Rat vient lui demander en tout dernier jour d'expérience.

Trois autres graines franchissent l'échelon de la Nuisibilité. Le Chènevis, chez lequel le Rat trouve à glaner jusqu'à la fin, le Seigle qui ne varie plus à partir du 3 Mai et l'Orge que l'animal ne paraît avoir pris en grande quantité que parce qu'il ne trouvait pas autre chose.

Les indices de nuisibilité sont :

Chènevis : 100/12 ; Seigle, 100/14 ; Orge, 100/16.

Rat N° 3. — Surmulot femelle. Poids, 0 k. 278.

Premier essai. — L'Avoine, les Fèves, les Haricots, les Pois sont ceux du Rat N° 2, après nettoyage ; les autres graines sont jetées et renouvelées.

Très nerveux à partir du 8 Mai, le Rat entraîne les assiettes près de l'entrée de sa cage-dortoir, il parvient à en empiler jusqu'à quatre les unes sur les autres, renverse le grain et rend le contrôle très difficile ; les pesées sont arrêtées à partir du 10 Mai. Le 11, au matin, l'explication de ce comportement se présente en la personne de deux jeunes ratons nés dans la nuit et morts.

TABLEAU D

	Avoine avec envelop.	Blé	Chènevis	Fèves	Haricots	Maïs	Orge	Pois	Sarrazin	Seigle
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
6 mai 1926 . . .	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
7 — — . . .	50	50	50	*5o*	50	*5o*	*5o*	50	*27*	50
8 — — . . .	*5o*	*24*	50	50	50	50	50	50	**15**	*49*
9 — — . . .	*45*	17	50	50	50	50	*42*	*5o*		35
11 — — . . .										
12 — — . . .										

Dès le premier jour du Tableau D, les Fèves sont goûtées, en même temps que le Maïs, l'ordre de préférence pour la consommation étant : Sarrazin, Blé et Seigle, puis l'Avoine, qui apparaît sur le menu au même rang que l'Orge.

Nuisibilité. — Seul, le Sarrazin l'atteint au 2e jour, avec l'indice $\frac{100}{4}$, sans que l'on puisse savoir ce que le Rat y trouve le lendemain, tout le contenu de l'assiette étant épars sur le sol, mélangé au sable, impossible à ramasser.

Deuxième essai. — Le sable est débarrassé des grains tombés et le Rat reçoit une seule assiette placée au milieu du promenoir : elle contiendra, à tour de rôle et sans mélange, 100 grammes de chacune des graines inscrites au Tableau E. Cet essai avait un double but, voir quel serait le maximum de la consommation journalière pour une graine appréciée du Rat — voir comment il se comporterait vis-à-vis de graines acceptées jusque-là avec peu d'empressement (Avoine) ou inconnues (Lin) et qu'on lui présentait isolées et sans choix possible.

Bien qu'il n'ait rien d'autre à manger, le Rat hésite devant l'Avoine et le Lin : il y a un jour de jeûne avec l'Avoine, mais elle est ensuite assez vite terminée. Quant au Lin, il n'est vraiment attaqué qu'après quatre jours d'attente et il ne diminue que très lentement comme à regret.

Nuisibilité. — Elle est encore maximum pour le Sarrazin (l'indice $\frac{100}{2}$ est plutôt un maximum, la pesée du premier jour n'ayant pu avoir lieu). Le Blé, le Seigle et l'Orge sont au même indice : $\frac{100}{3}$ l'Avoine donne $\frac{100}{5}$ Les restes sont à peu près équivalents pour le Blé et le Seigle ; ils augmentent pour l'Orge et l'Avoine, à cause des enveloppes. Le Blé a été conservé une journée après le stade de destruction et l'on voit que si le Rat a su encore y prélever quelque chose, cela n'a pas été décelé par la balance.

TABLEAU E

Nom de la graine	Graine présentée le :	Date de la pesée de vérification	Il reste	Il a été mangé par jour
			Gr.	Gr.
Sarrazin.	11 mai 1926	13 mai	41	
Seigle	13 mai —	14 mai	72	28
—	— — —	15 —	38	34
—	— — —	16 —	16	18
Blé.	16 mai —	17 mai	67	33
—	— — —	18 —	36	31
—	— — —	19 —	13	23
—	— — —	20 —	13	0
Orge	20 mai —	21 mai	79	21
—	— — —	22 —	60	19
—	— — —	23 —	36	24
Maïs	23 mai —	24 mai	79	21
—	— — —	25 —	57	22
—	— — —	26 —	38	19
—	— — —	27 —		
			Le Rat est resté enfermé dans le dortoir.	
—	— — —	28 mai	16	22
—	— — —	29 —	8	8
Avoine	29 mai —	30 mai	100	0
—	— — —	31 —	86	14
—	— — —	1er juin	70	16
—	— — —	3 —	48	22
Graine de Lin	3 juin —	4 juin	100	0
—	— — —	5 —	100	0
—	— — —	6 —	100	0
—	— — —	7 —		
			Le Rat est resté enfermé dans le dortoir.	
—	— — —	8 juin	94	6
—	— — —	9 —	83	11
—	— — —	10 —	73	10
—	— — —	11 —	61	12

Troisième essai. — Le 11 Juin, le Rat N° 3 est remis en présence de chacune des graines de l'essai précédent, auxquelles on ajoute de suite, le Chènevis et le lendemain, le Riz, graine nouvelle.

Dès le premier jour, ont été attaqués le Blé, l'Orge, le Sarrazin et le Seigle que le Rat avait consommés dans son premier essai ; il y ajoute ici le Chènevis et le Maïs. Le Maïs qui, dans le *Tableau D*, avait été seulement goûté le premier jour, puis complètement négligé ensuite, a figuré dans le deuxième essai (Tableau E). Ainsi s'expliquerait que le Rat, ayant été forcé

de faire plus ample connaissance avec cette graine, l'ait appréciée et y soit venu aussitôt, quand il l'a retrouvée dans le troisième essai. Quant au chènevis, laissé tout à fait de côté dans le Tableau D, il est au contraire attaqué et terminé en même temps que le Maïs, dans l'essai N° 3. Rien ne pouvait faire prévoir ce brusque appétit pour une graine dont le Rat ne s'était nullement soucié lors de son premier contact avec elle.

L'épuisement rapide du Chènevis et du Maïs a ralenti la consommation du Blé, de l'Orge, du Sarrazin et du Seigle. Le Sarrazin, de si loin préféré au cours des deux premiers essais de ce Rat, est presque négligé au début du Tableau F : il y a, vis-à-vis de cette graine, un changement complet

TABLEAU F

Date	Avoine avec envelop.	Blé	Chènevis	Lin	Maïs	Orge	Riz	Sarrazin	Seigle	Consommation journal.
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
11 juin 1926.	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
12 — — .	50	*41*	*45*	50	*48*	*45*	**50**	*43*	47	32
13 — — .	50	32	30	50	44	45	50	43	47	27
14 — — .	50	20	24	50	40	45	50	43	47	22
15 — — .	50	12	22	50	25	45	50	43	47	25
16 — — .	50	**10**	21	50	6	45	50	42	47	22
17 — — .	50	7	**20**	50	**1**	39	50	37	44	23
18 — — .	50	7	20	50	1	36	50	35	40	9
19 — — .	50	7	19	50	0	26	50	30	31	27
20 — — .	50	7	19	50	»	17	50	**27**	27	16
21 — — .	50	7	19	50	»	13	50	25	13	20
22 — — .	50	6	19	50	»	10	50	22	**6**	14
23 — — .	*45*	2	19	50	»	.	*50*	19	4	16
24 — — .	27	1	19	*49*	»	7	50	18	3	23
25 — — .	20	1	18	49	»	7	50	13	2	14
26 — — .	17	1	17	49		6	50	12	0	6

d'attitude et ce troisième essai montrerait qu'il n'y a rien d'absolu dans les préférences alimentaires du Surmulot et qu'un même individu est sujet à des caprices déroutants.

Seuls se maintiennent, au Tableau F, le peu d'attrait qu'offrent l'Avoine, le Lin et le Riz. L'Avoine n'est entamée qu'au 12e jour d'expérience, lorsque les graines de première préférence atteignent leur plus bas. Le Lin perd un gramme à peine et le Riz reçoit une atteinte légère, portée par un animal à la recherche de ce qui pourrait bien remplacer pour lui les bonnes graines disparues.

Dans la colonne « Consommation Journalière » du Tableau F, on cons-

tate une diminution graduelle des chiffres, avec deux remontées le 19 et le 24 Juin. Elles correspondent à l'attaque plus forte de deux graines : Orge et Avoine. La chute brusque du 18 Juin : 9 Grammes, est la suite d'essais de capture tentés la veille dans le promenoir avec un nouveau piège. Le Rat, impressionné par l'engin, se montra farouche et méfiant pendant près de 24 Heures.

Nuisibilité. — Chènevis et Maïs, par leur entrée en jeu, ont ralenti l'apparition de la nuisibilité chez les autres graines. Le Rat, également, s'est montré moins empressé à terminer jusqu'au dernier grain des assiettes. C'est ainsi que, pour le Blé, fini le 16 Juin, le Rat n'y met la toute dernière dent que le 23 ; le cas est identique pour le Seigle entre le 22 et le 25.

Les indices de nuisibilité tels qu'ils ressortent de cet essai, sont :

Blé, 100/10 ; Chènevis, 100/12 ; Maïs, 100/12 ; Sarrazin, 100/18 ; Seigle, 100/22 ; Orge, 100/24.

Variations de poids du Rat N° 3

TABLEAU G

Dates des pesées	Poids	VARIATIONS	
		Sur poids initial	D'une pesée à l'autre
A l'arrivée (6 mai)	0 kg. 278	—	—
16 mai 1926.	0 kg. 256	22 gr.	— 22 gr.
19 — —	0 kg. 240	38 gr.	— 16 gr.
23 — —	0 kg. 252	26 gr.	+ 12 gr.
29 — —	0 kg. 242	36 gr.	— 10 gr.
3 juin —	0 kg. 218	60 gr.	— 24 gr.
18 — —	0 kg. 222	56 gr.	+ 4 gr.
22 — —	0 kg. 231	47 gr.	+ 9 gr.
26 — —	0 kg. 224	54 gr.	— 7 gr.

En fin d'expérience, le Rat a perdu 54 Grammes, soit à peu près 1/5 de son poids d'origine. Deux augmentations temporaires sont constatées, le 23 Mai puis les 19 et 22 Juin. La raison ne peut en être trouvée dans les tableaux E et F.

Au 26 Juin, dernier jour des essais, le Rat paraît tout petit, ses oreilles sont, sur leur bord, déchirées et parsemées de petites loupes (?).

Rats N^{os} 4 et 5. — Deux Surmulots femelles. Poids 0 k. 060 et 0 k. 070. recoupe.

L'Avoine, le Lin et le Riz sont délaissés au début par les Ratons, comme ils l'ont été par des animaux plus âgés. Le Blé est consommé très lentement.

Nuisibilité. — Elle ne peut être établie que pour le Sarrazin avec un indice $\frac{100}{4}$. Les Rats, capturés en même temps et le même jour, venaient d'un poulailler où ils trouvaient Sarrazin, Blé, Avoine et pain mélangé de recoupe.

TABLEAU H

Date	Avoine avec envelop.	Blé	Chènevis	Lin	Maïs	Orge	Riz	Sarrazin	Seigle
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
3 juillet 1926	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4 — —	50	50	49	50	47	50	50	32	47
5 — —	50	41	47	50	45	49	50	20	46

Variation de Poids. — Il y a une amorce d'augmentation pendant les deux jours d'essai : les Rats prennent chacun 7 grammes, passant à 0 k. 067 et 0 k. 077.

Rat N° 6. — Surmulot mâle. Poids 0 k. 294.

TABLEAU I

Date	Avoine avec envelop.	Blé	Chènevis	Lin	Maïs	Orge	Riz	Sarrazin	Seigle	Consommation journal.
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
5 juillet 1926...	100	100	99	100	100	100	100	100	100	
6 — — ...	100	79	87	100	100	100	100	100	100	33
7 — — ...	100	52	82	100	100	100	100	98	98	36
8 — — ...	100	26	82	100	100	100	100	98	98	26

On donne une forte provision de chaque graine. Le Rat s'adresse aussitôt au Blé et au Chènevis, le premier étant de beaucoup le plus apprécié. Sarrazin et Seigle ne fournissent qu'un très faible appoint et paraissent peu estimés. L'animal visitait un poulailler où les volailles recevaient du Chènevis renforcé par une pâtée d'orge et de viande boucanée ; pensant l'attirer dans le piège, on avait placé à côté de l'engin des grains de Blé ; il y goûta plusieurs jours avant capture.

Nuisibilité. — Aucune n'est obtenue en quatre jours. Le Blé descend le plus vite et, si sa consommation s'était maintenue, on aurait vraisemblablement obtenu l'indice $\frac{100}{4}$.

REMARQUES D'ENSEMBLE

Les présents essais appartiennent à une série de recherches sur la nourriture des Rongeurs. (*Voir note, bas de page* 219). Les animaux d'expériences sont des Surmulots (*Mus norvegicus*). Différentes graines sèches leur ont été offertes dans un large enclos à ciel ouvert.

On a noté :

L'ordre de préférence des graines ;
La consommation totale en 24 heures.

Une notion pratique, nouvelle, a été introduite : *l'Indice de nuisibilité*. Il caractérise le véritable dégât commis par le Rongeur, c'est-à-dire le poids d'une graine qu'en une journée il rend inutilisable et commercialement sans valeur.

Graines préférées. — Leur classement, obtenu sur l'ensemble des essais, s'établit ainsi :

1° Sarrazin ; 2° Blé ; 3° Seigle ; 4° Maïs ; 5° Orge ; 6° Chènevis ; puis, 7° Avoine, classée la dernière des céréales, probablement à cause de ses enveloppes, et enfin : 8° Lin ; 9° Pois ; 10° Fèves ; 11° Haricots ; 12° Riz.

Le Lin ne se rapproche de l'Avoine que grâce à son emploi exclusif et forcé dans un des essais du Tableau E. Les Pois bénéficient du Tableau B dans lequel il y aurait eu une consommation tout à fait exceptionnelle de cette graine. En fait, les cinq dernières graines peuvent être mises toutes sur le même rang et considérées comme pratiquement négligées par les Surmulots des essais.

Ces animaux vivaient près de poulaillers où ils trouvaient quelques-unes des graines expérimentées. Les essais paraissent montrer que les Surmulots vont, en général, de préférence aux graines couramment consommées par eux, qu'ils s'habituent vite à des graines qu'ils connaissent probablement moins et qu'ils refusent d'abord les graines nouvelles pour eux et ne les prennent qu'après avoir été forcés d'y goûter par cas de disette. C'est ainsi que le Lin a toujours été délaissé par mes Rats quand ils avaient d'autres graines à leur disposition, alors que j'ai vu à Paris, les approvisionnements en graine de Lin d'une usine être littéralement saccagés par des Surmulots. Ce fait confirmerait que les Rats ont méfiance ou n'apprécient pas une nourriture à laquelle ils ne sont pas habitués ;

Tableau J

Relevé des indices de nuisibilité établis au cours des essais

Grains	Indice de nuisibilité	Poids de grains mis en expérience	Numéro du Rat
		Gr.	
Sarrazin	$\frac{100}{2}$	50	N° 2
—	$\frac{100}{2}$	100	N° 3
—	$\frac{100}{4}$	25	N° 1
—	$\frac{100}{4}$	50	N° 3
—	$\frac{100}{4}$	50	N°s 4 et 5
—	$\frac{100}{18}$	50	N° 3
Blé	$\frac{100}{3}$	100	N° 3
—	$\frac{100}{6}$	50	N° 2
—	$\frac{100}{10}$	50	N° 3
—	$\frac{100}{12}$	25	N° 1
Seigle	$\frac{100}{3}$	100	N° 3
—	$\frac{100}{14}$	50	N° 2
—	$\frac{100}{16}$	25	N° 1
—	$\frac{100}{22}$	50	N° 3
Orge	$\frac{100}{3}$	100	N° 3
—	$\frac{100}{16}$	25	N° 1
—	$\frac{100}{16}$	50	N° 2
—	$\frac{100}{24}$	50	N° 3
Chènevis	$\frac{100}{12}$	50	N° 2
. . . . .	$\frac{100}{12}$	50	N° 3
Maïs	$\frac{100}{12}$	50	N° 3
—	$\frac{100}{20}$	25	N° 1
Avoine	$\frac{100}{5}$	100	N° 3
—	$\frac{100}{20}$	25	N° 1

ceci serait à retenir dans la suite et à vérifier plus complètement pour la recherche du meilleur appât.

Consommation journalière. — Il est difficile de la fixer d'après les essais : il semble, en effet, que les Surmulots aient mal supporté, en captivité, le régime des grains secs et, dans l'ensemble, la consommation journalière baisse du commencement vers la fin d'une expérience.

Une moyenne qui paraît approcher de la normale est celle du Tableau C, où le Rat maintient jusqu'au bout son appétit, terminant même sur un chiffre élevé. On obtient 30 gr. 8, tandis que des consommations journalières voisines de 25 grammes apparaissent fréquemment dans les tableaux.

Indice de nuisibilité. — Il est représenté par une fraction ayant au numérateur le poids de graine adopté comme unité, soit 100 grammes et au dénominateur le nombre de jours nécessaires à la destruction de ce poids.

Tous les essais ayant été effectués dans des conditions très semblables, on peut éliminer le facteur : dispositif d'expérience.

Il n'y a pas un indice particulier et stable pour chaque Rat puisqu'avec la même graine, le même rat donne des indices extrêmement variables. Exemple, Rat N° 3 :

Avoine, 100/5, 100/20 ; Orge, 100/3, 100/24 ; Blé, 100/3, 100/12 ; Seigle, 100/3, 100/22 ; Sarrazin, 100/2, 100/4, 100/18.

Ce que l'on doit retenir de cette suite d'indices, c'est que les Surmulots en expérience paraissent s'être montrés capricieux vis-à-vis de certaines graines, mais qu'ils seraient plutôt influencés par la présence d'un ensemble de graines. Si l'on présente à un Surmulot sa graine préférée, au milieu de plusieurs autres dont il est assez friand, il pourra se jeter sur la première graine jusqu'à la détruire avant de passer aux autres (Tableau C). Plus souvent, il entamera différentes assiettes le même jour et les terminera plus ou moins vite, au gré de sa fantaisie.

De là, la grande variabilité de l'indice de nuisibilité pour une même graine. De là aussi, ressort la nécessité d'établir, pour les différentes espèces de Rongeurs, et en éprouvant l'influence possible du sexe et de l'âge, l'*Indice de nuisibilité type* de chaque nourriture. Cet indice sera déterminé en présentant au Rongeur 100 gr. ou un multiple de 100 si nécessaire de la nourriture seule.

Un premier essai dans ce sens a été celui du Tableau E. Dorénavant, toute expérience sur la nourriture d'un Rongeur devra commencer par une série d'essais destinés à fixer l'indice de nuisibilité type de l'aliment choisi. On pourra ensuit étudier les variations de l'indice type, sous l'action des différents facteurs qu'on voudra faire intervenir.

LA QUESTION DES RACES DU PHYLLOXERA DE LA VIGNE

d'après A. VANDEL

Depuis l'année 1923, où nous avions tenté de faire une mise au point de cette question (1), sont parus d'assez nombreux travaux qui apportent des données nouvelles pour la solution d'un problème ayant une portée considérable tant au point de vue économique qu'à celui de la biologie générale. Il importait donc de publier une nouvelle revue critique des recherches qui ont été effectuées dans cette direction. C'est ce que vient de faire le Professeur A. Vandel au cours de l'un des chapitres de son excellent livre tout récemment paru sur « La Parthénogénèse » (2). Après avoir rappelé les travaux fondamentaux de Balbiani, de Maxime Cornu et des anciens auteurs, puis ceux plus récents de Grassi et de l'école italienne, Vandel en arrive aux recherches de Carl Börner et nous ne croyons pouvoir mieux faire que de donner l'extrait suivant de son chapitre sur la Parthénogénèse cyclique qui nous paraît représenter fidèlement l'état actuel de la question :

« Les conclusions des auteurs italiens ont été surtout critiquées par Carl Börner. Cet auteur a publié de 1910 à 1926 une série de travaux dans lesquels il soutient que l'on a confondu jusqu'ici, sous le nom de *Phylloxera vastatrix*, deux espèces différentes :

1. *Phylloxera vitifolii* Fitch, 1854, qui serait une espèce adaptée aux vignes américaines du type *Vitis riparia*. Elle n'attaquerait que les radicelles (3) et n'y déterminerait que des nodosités de petites dimensions. Son cycle correspond à celui que nous avons décrit plus haut.

(1) P. Marchal. — La question des races du Phylloxéra de la Vigne. (*Ann. des Epiphyties*, IX, p. 411-418, 1923.)

(2) A. Vandel. — *La Parthénogénèse*, 1 vol. in-16 de l'Encyclopédie Scientifique, 412 pages, 42 fig., Paris (G. Doin et Cie), 1931. En dehors du chapitre que nous rappelons spécialement dans la présente note, le livre de Vandel permet de se documenter d'une façon précise sur des questions biologiques d'un haut intérêt pour la Biologie appliquée à l'Agriculture ou à la Génétique, telles que : la parthénogénèse arrhénotoque de l'Abeille : la reproduction cyclique des Pucerons, la parthénogénèse et le sexe, la parthénogénèse des végétaux, etc...

(3) Il n'est ici question que de l'attaque souterraine. Car on sait que les galles des feuilles sont caractéristiques de la forme mentionnée.

2. *Phylloxera vastatrix sensu stricto*, Planchon, 1867 (= *pervastatrix*, dans les premiers travaux de Börner) qui serait, au contraire, une espèce adaptée à certaines Vignes américaines (*V. labrusca*) et aux Vignes européennes (*V. vinifera*). Elle est capable de provoquer, sur les racines de plusieurs années, des tubérosités considérables. Cette espèce présente un cycle complet, comme l'espèce précédente, mais les galles ne peuvent se former, d'après Börner, que dans certaines conditions de température. C'est ce qui explique leur absence, très généralement constatée, sur les Vignes européennes ; mais les galles se forment parfaitement sur les plants maintenus en serre. Dans les conditions naturelles, l'espèce se maintient grâce à des radicicoles hibernants. *Vitifolii* serait, au contraire, incapable de persister de cette façon. Enfin, Börner aurait constaté que les Sexupares, quand ils apparaissent, sont attirés par les Vignes européennes et non par les Vignes américaines, même dans le cas où les deux plants sont mélangés. Et c'est la raison pour laquelle les sexués, les œufs d'hiver, et les fondatrices de cette espèce n'ont été trouvés que sur les Vignes européennes, même quand on met des Vignes américaines à leur disposition. Bref, ce serait là une espèce complètement adaptée à la Vigne européenne. Börner décrit même des différences morphologiques entre les deux espèces, *vitifolii* et *vastatrix*. Börner (1922, 1923) a, tout d'abord, cru trouver des différences dans la disposition des tubercules qui garnissent le corps de l'animal. Il fonde ultérieurement (1926) la diagnose des deux espèces sur la longueur des soies rostrales. D'après lui, ces deux espèces auraient été importées toutes deux d'Amérique. Elles existeraient, mélangées, dans le sud de l'Europe, tandis que, dans le Nord, la seconde espèce, *P. vastatrix*, persisterait seule.

Les conclusions de Börner ont été, à leur tour, critiquées par Grassi et Topi (1924) et M. Topi (1924, 1926, 1927), en Italie, et par Schneider-Orelli et Leuzinger (1924), en Suisse. Ces auteurs ont montré, tout d'abord, que les caractères morphologiques invoqués par Börner, pour séparer les deux espèces, sont inconsistants. Les caractères tirés des tubercules (Schneider-Orelli et Leuzinger, 1924) comme ceux fondés sur la longueur des soies rostrales (Topi, 1927) sont beaucoup trop variables pour qu'on puisse s'en servir pour établir des déterminations spécifiques. Les deux espèces de Börner ne correspondent, au point de vue morphologique, à aucune réalité.

Quant aux caractères biologiques, reconnus par Börner, ils ont été aussi vivement critiqués. Les entomologistes italiens ont constaté que des Phylloxeras « allemands », envoyés par Börner, n'ont pu prospérer sur des plants italiens et s'y sont rapidement éteints. Ils ont, au contraire, réussi à infecter, avec ce même Phylloxera, un plant déclaré immune par Börner (N° 3309, qui est un hybride *riparia X rupestris*). Les résultats obtenus par Börner s'expliqueraient, d'après les auteurs italiens, par la

diversité du comportement de deux catégories de gallicoles, les gallicoles *directs* et les gallicoles *indirects*. Grassi et Fox ont montré, dès 1908, qu'en plus des gallicoles issus de l'œuf d'hiver (gallicoles indirects), les radicicoles peuvent donner naissance, dans certaines conditions, à des gallicoles appelés gallicoles directs. Le comportement de ces deux sortes de gallicoles, sur une même Vigne, est différent, et ce serait là, d'après les auteurs italiens, l'une des causes d'erreur de Börner.

Que conclure de toutes ces recherches contradictoires? Il est à peu près certain qu'il n'existe pas deux espèces de Phylloxéra, morphologiquement distinctes, comme le soutient Börner. Il est par contre très possible qu'il existe des « races biologiques » présentant des comportements différents sur les diverses espèces de Vignes, américaines et européennes. Et si l'existence de ces races biologiques était prouvée, il faudrait encore se demander quelle est leur origine. Doit-on admettre, avec Börner, qu'elles ont été importées d'Amérique, où elles possédaient déjà tous leurs caractères, ou se sont-elles formées sur place, en Europe, par suite de leur nouveau mode de vie, comme le suggèrent Marchal (1923) et Schneider-Orelli et Leuzinger (1924)? Autant de questions, certes très complexes et difficiles à résoudre, mais dont la solution serait d'un intérêt capital, tant au point de vue pratique qu'au point de vue de la genèse des espèces. »

Il est à souhaiter, comme on le voit d'après l'exposé de Vandel, que de nouvelles recherches soient entreprises dans nos vignobles et dans nos laboratoires sur les rôles respectifs de l'hérédité et des conditions du milieu dans la manifestation des modalités diverses que peut présenter le cycle du Phylloxéra. Une série de travaux de même ordre et poursuivis parallèlement en Amérique notamment sur les Vignes sauvages serait également très désirable.

P. M.

LES ASTÉRINÉES — V.

(Etude sur les Champignons parasites : *Caliciacées, Hémisphériacées,* etc.)

par G. Arnaud

Directeur adjoint de la Station centrale de Pathologie végétale

---

Sommaire

I. — Famille des Caliciacées, p. 237. — *a*) Tribu des Coniocybées, p. 242 : 1° Genre *Coniocybe*, p. 242 ; *C. nivea*, p. 243. — *b*) Tribu des Caliciées, p. 249 : 1° Genre *Calicium*, p. 250 ; a) *C. salicinum*, p. 250 ; b) *C. populneum*, p. 251 ; 2° Genre *Acrospermum*, p. 253 ; a) *A. compressum*, p. 255 ; b) *A. bignoniicolum*, p. 256. — c) Tribu des Coryneliées, p. 257 : 1° Genre *Caliciopsis*, p. 260 ; a) *C. pinea*, p. 261 ; b) *C. Tiliae*, p. 262 ; c) *C. calicioïdes*, p. 263 ; 2° Genre *Sorica*, p. 264 ; a) *S. maxima*, p. 264 ; b) *S. clavata*, p. 265 ; 3° Genre *Lagenula*, p. 267 ; a) *L. nigra*, p. 267 ; b) *L. fructicola*, p. 269 ; c) *L. arrhiza*, p. 269 ; 4° Genre *Tripospora*, p. 270 ; a) *T. Tripos*, p. 270 ; 5° Genre *Corynelia*, p. 270 ; a) *C. uberata*, p. 271 ; b) *C.* (*Alboffia*) *oreophila*, p. 272 ; 6° ? Genre *Coryneliella*, p. 273 ; a) *C. Consimilis*, p. 273. — Formes imparfaites des Caliciacées, p. 275 : 1° Hyphomycètes, p. 276 ; 2° Sphéropsidées, p. 276.

II. — Famille des Hémisphériacées, p. 278. — *a*) Tribu des Microthyriellées, p. 283 : 1° Genre *Microthyriella*, p. 283 ; *M. Rickii*, p. 283 ; 2° Genre *Myriangiella*, p. 284. — b) Tribu des Aulographées, p. 285 ; 1° Genre *Aulographum*, p. 286. — c) Tribu des Micropeltidées, p. 289 : 1° Genre *Micropeltis*, p. 290 ; a) *M. applanata*, p. 290. — Appendice aux Hémisphheriales, p. 291 : 1° Genre *Vizella*, p. 291 ; a) *V. appendiculosa*. p. 291 ; 2° Genre *Diedickea*, p. 293 ; a) *D. singularis*, p. 293.

III. — Famille des Trichopeltacées, p. 294. — 1° Genre *Trichopeltina*, p. 295 ; a) *T. labecula*, p. 296.

IV. — Tribu ? des Chætothyriées, p. 296. — a) *Micropeltis Flageoletii*, p. 298.

Le présent travail a pour objet l'étude de divers groupes mal connus de champignons parasites, ou se développant sur des organes de plantes vivantes. Quoique plusieurs des espèces qui les composent aient été décrites autrefois par des savants français, ces champignons ont été négligés dans notre pays et ils sont à peu près ignorés de beaucoup de mycologues ; par contre, ils ont fait l'objet de travaux importants dans les pays de langue allemande et aux Etats-Unis, mais beaucoup de détails de leur structure et leurs affinités systématiques restaient à préciser.

Certains auteurs ont la déplorable habitude de publier leurs observations sous forme de longues dissertations non accompagnées de dessins, c'est rendre la tâche du lecteur très ardue ; cette méthode est nuisible à l'auteur lui-même, car, l'obligation de dessiner que l'on s'impose oblige à observer plus attentivement et l'on évite par ce moyen bien des erreurs grossières qui déparent certaines publications faites cependant par des mycologues expérimentés.

Les groupes étudiés ici sont les suivants :

1° Caliciacées (Discomycètes). L'espèce la plus connue en Europe, mais non la plus typique, est le *Roesleria hypogea* ; ces champignons ont été longtemps placés parmi les lichens ;

2° Hémisphériacées, groupe ayant des analogies avec les Microthyriales, précédemment étudiées (*Astérinées* I. 1918) ;

3° Trichopeltacées, d'apparence intermédiaire entre les Hémisphériales et les Microthyriales ;

4° Chaetothyriées, champignon ayant une allure assez semblable à celle des Hémisphériacées ; mais possédant de véritables périthèces entourés par une paroi qui leur est propre.

La plupart des espèces des quatre groupes ci-desus sont surtout abondantes dans les régions tropicales humides et leur étude devient de plus en plus importante à mesure que les questions coloniales se développent.

*
* *

Ce mémoire constitue la cinquième partie d'une étude consacrée aux Fumagines parasites et saprophytes et aux groupes qui s'y rattachent ou qui présentent avec elles des analogies plus ou moins éloignées ; les parties déjà publiées sont les suivantes :

1918. — Astérinées I (*Annales Ecole nat. Agriculture Montpellier*, nouvelle série, tome XVI, 1918, p. 1 à 288, pl. I -LIII) : Microthyriacées et Méliolinées.

1921. — Astérinées II (Etudes sur les champignons parasites) (*Annales des Epiphyties* VIII, 1921, p. 1 à 115, 25 fig., pl. I à X) : Parodiellinacées (Hypocréales).

1923. — Astérinées III (Etudes sur les champignons parasites) (*Annales des Epiphyties* IX, 1923, p. 1 à 40, pl. 1 à X) : Parodiellinacées (suite).

1925. — Astérinées IV (*Annales Sc. nat. Bot.* 10e série, tome VII, 1925, p. 643-723, 25 fig., pl. I à XVI) : Myriangiales, Microthyriacées (complément) ; Pyrénomycètes divers.

I. FAMILLE DES CALICIACEES Fries emend. Rehm

(Discomycètes)

La famille des Caliciacées constitue un groupe peu connu, mais particulièrement intéressant, de champignons ; une grande partie des espèces paraissent parasites quoique la biologie de beaucoup d'entre elles soit encore mal déterminée. Il a été déjà indiqué que l'espèce la plus connue des phytopathologistes est le *Roesleria hypogea* que l'on trouve assez fréquemment sur les racines de la vigne et de divers arbres fruitiers, mais c'est un type exceptionnel dans la famille : une tribu, celle des Corynéliées, est représentée en France par deux espèces dont l'une le *Lagenula nigra* (syn. *Ceratostoma juniperinum*) n'est pas rare sur les rameaux de génévrier où on la trouve à la surface de tumeurs ; la plupart des autres espèces viennent dans les régions tropicales ; la tribu des Caliciacées est formée d'espèces considérées longtemps comme des lichens : il est probable qu'elles sont au contraire parasites sur le thalle de ces derniers.

Quelques espèces de Caliciacées ont été placées, à un moment donné, dans le genre *Capnodium* (*C. maximum*, *C. arrhizum*, etc.) à cause de la forme allongée de leurs conceptacles, mais elles n'ont aucune affinité réelle avec les vrais *Capnodium* (*voir fig. 3 et 4*) ; cependant à cause de ces assimilations inexactes nous avons été amené à étudier le groupe tout entier. L'histoire de ce dernier est du reste très compliquée et les divers éléments qui le composent ont été tirés des lichens, des Sphériacées, des Périsporiacées, des Hystériacées, etc.

Peck (1880) a rapproché son genre *Caliciopsis* des Discomycètes Caliciées et cet exemple a été suivi par Saccardo (*Syll.* VIII, 1889, p. 833), puis par Rehm (1896), première tentative de reconstitution de l'ancien genre *Calicium* d'où dérive la famille des Caliciacées telle qu'elle est comprise ici.

Nous avons publié une note préliminaire sur le même sujet (Arnaud 1912) : nous avons réuni dans la famille des Caliciacées les divers groupes cités.

Plus récemment Fitzpatrick (1920) a publié une intéressante monographie des Corynéliées, mais il place ce groupe au voisinage des Périsporiacées.

On peut soupçonner que certaines espèces, placées dans divers groupes (Sphériacées, etc.) et pour lesquelles on indique des conceptacles allongés, sont peut-être des Caliciacées, mais les descriptions sont insuffisantes. Les planches qui figurent ici étaient terminées dès 1919, mais la publication du mémoire de Fitzpatrick nous a amené à retarder l'impression de notre étude.

Caractères généraux. — Les caractères généraux des Caliciacées sont difficiles à indiquer simplement ; la famille étant un groupe « par enchaî-

nement » il n'y a pas de caractères absolument généraux, mais on reconnaît un certain nombre de types se reliant par des intermédiaires. Le caractère le plus apparent est la présence d'apothécies non charnues portées au sommet d'un pédicelle (type *Calicium*) ; parfois le pédicelle n'existe pas mais la partie supérieure de l'apothécie s'allonge en un long col (type *Lagenula*) ; les fructifications sont donc d'une façon générale dressées, ce qui est rare chez les Discomycètes voisins, mais se retrouve chez les types

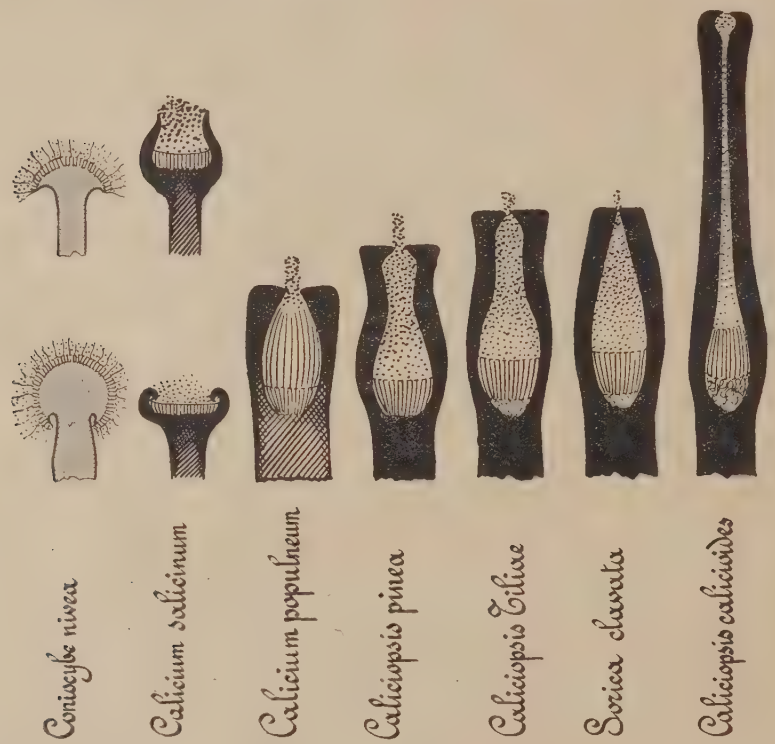


Fig. 1. — *Famille des Caliciacées.* — Schéma des apothécies des divers types.

très éloignés de Discomycètes charnus (*Morchella, Helvella,* etc.) n'ayant aucun rapport direct avec les Caliciacées.

Un autre caractère, moins apparent à première vue, mais plus important, est le mode d'évolution des asques qui est caractérisé par une fonte continue de ces organes ; de jeunes éléments se forment longtemps à la partie inférieure de l'hyménium pendant que les asques plus vieux sont refoulés vers le haut ; ces derniers gélifient peu à peu leur paroi et les ascospores agglutinées s'élèvent en une colonne maintenue par les parois de l'apothécie ou par des paraphyses ; la surface de la masse d'ascospores en contact avec l'extérieur est peu à peu désagrégée par l'eau qui disperse les spores ; cette

formation continue d'ascospores dure vraisemblablement plusieurs mois, peut-être plusieurs années. Un même conceptacle peut donc assurer la dispersion du champignon pendant une longue période chaque fois que les conditions climatériques deviennent favorables. On sait que pour d'autres champignons il n'en est pas ainsi par exemple chez le champignon du black-Rot (*Guignardia Bidwellii*) les pycnides mûres se vident à peu près complètement pendant la première pluie qui suit leur maturité ; une pluie ultérieure n'amène de contaminations que s'il s'est formé d'autres pycnides.

Signalons enfin que dans les Caliciacées il y a relativement beaucoup de genres à ascospores rondes ce qui ne se présente que dans certains

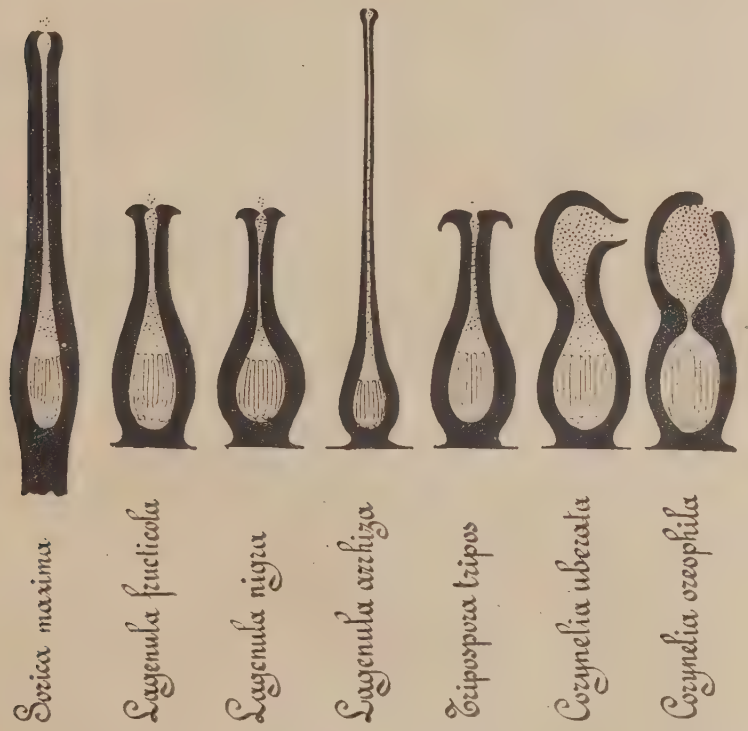


Fig. 2. — *Famille des Caliciacées.* — Schéma des apothécies (suite).

groupes d'ascomycètes. On trouve souvent dans ces spores jeunes une masse réfringente qui leur donne un aspect spécial.

Les apothécies comme les pycnides sont toujours extérieures au substratum, on ne connaît pas de formes incluses. Les conceptacles du genre *Coryneliella* sont bien placés dans des fentes de liège, mais ce type est probablement à exclure du groupe. La position externe est donc jusqu'ici un caractère général. Il est vrai qu'il est aussi presque général chez les

Discomycètes, à l'exception des Phacidiacées dont la place systématique est du reste douteuse.

Classification et synonymie. — *a*) Synonymie. — Caliciaceae Fries Lich. eur. p. 4, 1831) ; Fries plaçait la famille tout entière parmi les lichens ;

Mycocaliciaceae Wainio (1890) ; l'auteur pense que parmi les Caliciacées de Fries il y a de vrais lichens qu'il laisse dans ce groupe et des champignons dont il fait la famille des Mycocaliciacées ;

Caliciaceae Fr. in Sacc. (Syll. fung. VIII, p. 825) ; Saccardo place la famille entière dans les Discomycètes ;

Pseudocaliciacées Marchand (*Myc.*, p. 238).

Divisions. — A. — *Coniocybées* nob. : Apothécies formées par une tête placée au sommet d'un pédicelle et portant à sa surface les éléments rayonnants d'un hyménium nu. Champignon souterrain ; g. unique *Coniocybe* (syn. *Roesleria*).

Fig. 3. — *Capnodium meridionale* Arn. ; périthèces et une pycnide sur feuilles de Graminées et sur pierres placées sous un Ciste (*Cistus monspeliensis*), gr. 40.

B. — *Caliciées* : Apothécies en coupes peu profondes, placées au sommet d'un pédicelle ; espèces vivant en saprophytes ou parasites sur des lichens.

a) — Ascospores unicellaires (brunes) :

1. — Apothécies à pédicelle court ..... g. *Sphinctrina*,
2. — Apothécies à pédicelle long :
   x. ascospores globuleuses ..... g. *Cyphelium*,
   xx. ascospores ellipsoïdes ..... g. *Embolus*,

b) Ascospores bicellulaires (brunes) :

1. — Apothécies pédicellées ..... g. *Calicium*,
2. — Apothécies sessiles ..... g. *Acolium*,

c) Ascospores filiformes ..... g. *Acrospermum*.

C. — *Coryneliées* : Apothécies en urne profonde ; ascospores unicellulaires brunes (sauf *Coryneliella*, qui a des spores pluricellulaires) :

a) Col à ouverture circulaire, non divisée en lèvres ou valves (spores lisses, espèces connues se développant sur d'autres plantes que *Podocarpus*, à l'exception du *Tripospora tripos*) :

1. — Apothécies terminant une colonne stromatique, col ayant une largeur peu différente de la partie ascogène :
   x. — Ascospores ellipsoïdes..... *g. Caliciopsis* Peck,
   xx. — Ascospores globuleuses ..... *g. Sorica* Gies,
2. — Apothécies non pédicellées, en forme de carafe, c'est-à-dire rétrécies vers le haut puis s'évasant à l'ouverture :
   x. — Ascospores globuleuses ..... *g. Lagenula* n. g.,
   xx. — Ascospores lobées, en chausse-trappe..... *g. Tripospora* Sacc.,

Fig. 4. — *Capnodium meridionale* Arn. — A. Coupe d'un périthèce. — B. Ostiole vu par dessus. — C. Asque. —— *Capnodium Oleae* Arn. — D. Coupe d'un périthèce.

b) Col divisé en plusieurs lèvres ou valves, au moins au moment de l'ouverture ..... *g. Corynelia* Fries,
c) Genre douteux : *Coryneliella* (ascospores pluricellulaires, brunes).

Bibliographie

(*Généralités sur les Caliciacées*)

1889. Saccardo (P. A.). — Sylloge fungorum, VIIII, 1889.
— Boistel. — Nouvelle flore des lichens, p. 110, Paris, sans date, p. 110.
1890. Wainio (E. A.). — Etude sur la classification naturelle et la morphologie des lichens du Brésil. (*Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica*, VII, Helsingfors, 1890).

1896. Marchand. — Mycophytes, Paris, 1896.
1896. Rehm (H.). — Discomycètes : Caliciaceae (in Rabenhorst *Krypt. fl.* zw. Abt., Pilze, tome III, p. 382-414, 30 fig., 1896).
1912. Arnaud (G.). — Contribution à l'étude des fumagines, troisième partie (*Ann. Ecole Nat. Agriculture Montpellier*, nouvelle série, tome XII, 1912-1913, p. 23-54, 13 fig., 1912), p. 29.
1916. Graff (V.). — Bibliographie and new species of Philippine fungi (*Mycologia*, VIII, 1916, p. 253-288), g. *Acrospermum*.

A. TRIBU DES CONIOCYBÉES nob.

Type. — g. *Coniocybe* (syn. *Roesleria*), genre unique.

Car. — Apothécies charnues, pédicellées, terminées par un renflement portant à sa surface les éléments rayonnants d'un hyménium nu.

La seule espèce bien connue, *Coniocybe nivea*, a un développement souterrain et la disposition de son hyménium est peut-être en rapport avec ce mode de vie.

Genres. — Nous ne plaçons ici actuellement que le genre *Coniocybe* (syn. *Rœsleria*) ; mais il convient de signaler que Boudier (1907) place ce genre dans les Discomycètes inoperculés de la famille des Léotiacées ; dans ce groupe le genre *Coniocybe* se trouve au voisinage de trois autres genres qui se distinguent assez nettement des Léotiacées normales par leur très petite taille, etc. ; ce sont les genres *Vibrissea* Fr. et *Apostemidium* Karst (syn. *Gorgoniceps* Karst) qui ont des ascospores filiformes aussi longues que l'asque et le genre *Pulparia* Karst ; ce dernier a des ascospores arrondies comme les *Coniocybe* mais il s'en distingue par un pédicelle plus court et divers autres caractères. Il est possible que les trois genres *Vibrissea*, *Apostemidium* et *Pulparia* puissent rentrer dans les Coniocybées, mais une étude directe serait nécessaire pour se prononcer. Il convient de rappeler que Boudier s'intéressait surtout aux Discomycètes charnus et s'est rarement occupé des genres en question.

1° Genre **CONIOCYBE** Acharius (1816)

Syn. *Pilacre* Fries *pro parte* ; ce genre est en général placé dans les Basidiomycètes ; mais Boudier (1888 et 1907) en fait un genre de Discomycètes voisin du g. *Vibrissea* et englobant le *Coniocybe nivea* (sub. nom. *Pilacre pallida*).

— *Rœsleria* Thümen 1877.

Syn. exclus. — *Vibrissea* (voir ci-dessus aux genres de la tribu).

Car. — Caractères généraux de la tribu et ascospores incolores, uni, puis bicellulaires.

Rehm (1896, p. 385 et 395) a donné une assez bonne description du genre, mais il donne pour l'espèce type une figure inexacte représentant une apothécie en coupe ; il est vraisemblable qu'une partie des dessins demi-schématiques que donne cet auteur ont été imaginés d'après des descriptions ; on peut constater par exemple que l'apothécie du *Caliciopsis stenocyboides* Rehm (= *C. pinea* Peck) représentée a des proportions qui s'éloignent trop de la réalité pour avoir été dessinée d'après nature.

Une seule espèce bien connue (voir ci-dessous), mais Boudier (1907) place encore son genre *Pilacre* : *P. hyalinella* Nyl, *P. onygenoides* Karst, *P. pilacriformis* Rehm et *P. crocata* Korb.

a) ***Coniocybe nivea*** (Hoffman) Rehm
(syn. *Rœsleria hypogea* Thümen et Pass.)

Syn. — Rehm (1896) donne une longue liste de synonymes dont nous extrayons les plus importants ; le champignon est surtout connu des phytopathologistes sous le nom de *Rœsleria hypogea* :

— *Trichia nivea* Hoffman 1790 (*Veget. crypt.* II, p. 14, pl. IV, fig. 1) ;
— *Calicium pallidum* Persoon 1794 ;
— *Coniocybe stilbea* Acharius 1816 ;
— *Pilacre Friesii* Weinmann 1832 ;
— *Rœsleria hypogea* Thümen et Passerini 1877 ;
— *Rœsleria pallida* Sacc., *Michelia* II, p. 299 ;
— *Vibrissea hypogea* Richon 1882.

Le *Trichia nivea* est mentionné dans le *Systema mycologicum de* Fries (III, 1re partie, 1829, p. 189), parmi les espèces exclues du genre *Trichia*.

Le champignon a été redécrit à tort comme espèce nouvelle par Thümen (1877) sous le nom de *Rœsleria hypogea*. Cooke (1878) a signalé que cette espèce était la même que le *Coniocybe pallida* Fr. considéré alors comme un lichen. Laurent (1884) a indiqué qu'il s'agissait d'un champignon.

Historique. — Le champignon paraît avoir existé de tous temps en Europe (Hoffman, 1790) ; comme parasite il a été signalé dès 1877 par Thümen sur la vigne; il a été étudié ensuite par Jolicœur et Richon (1881) dans la Marne, par Prillieux (1882) dans la Haute-Marne, etc. ; plus récemment par Viala et Pacottet (1910) en France et par Shear (1921) et Beekwith (1924) aux Etats-Unis. Dans ce dernier pays, d'après Shear (1921), il a été trouvé (sur la vigne) dans les Etats de New-York, de Pensylvanie et du Missouri.

Développement du champignon. — D'après Viala et Pacottet, le mycélium n'apparaît pas à la surface des racines envahies et tant que le champignon n'a pas fructifié, l'altération ne présente rien de caractéristique à l'extérieur. Le mycélium interne pénètre tous les tissus : écorces et bois, et les désorganise ; il est intra et intercellulaire ; son diamètre est faible, environ 1 μ de large ; les filaments sont rectilignes et d'aspect rigide, ils ont une membrane relativement très épaisse et, par suite, la cavité est très étroite ; les cloisons sont espacées et peu visibles.

Ce mycélium forme, à la surface, surtout au niveau des rayons médullaires, des masses pseudoparenchymateuses d'où partent les fructifications ; certaines de ces masses restent stériles.

Le champignon a été obtenu en cultures pures d'abord par Viala et Pacottet (1910) puis par Beckwith (1924) : dans ces conditions le mycélium présente une couleur *vert-malachite* caractéristique. Viala et Pacottet ont étudié l'action de divers liquides sur cette matière colorante, elle se dissout le mieux dans l'acétone et l'éther ; elle est peu soluble dans le chloroforme où elle devient bleu-azuré, et dans l'alcool où elle passe du vert au jaune-brunâtre ; elle est insoluble dans l'alcool et le tétrachlorure de carbone. Elle brunit sous l'action des acides minéraux et des bases. Ces auteurs ont cultivé le champignon sur bouillon de haricot sucré à 5 p. 100 avec 1 pour 1.000 d'acide tartrique et sur fragments de racines, tronc ou sarments stérilisés placés en atmosphère très humide.

Viala et Pacottet ont seulement obtenu des conidies et des chlamydospores. Beckwith, en plaçant au frigorifique des cultures sur racines stérilisées de pommier, a obtenu les fructifications ascosporées. Avec M. Barthelet nous avons pu faire développer les mêmes organes à la température ordinaire du laboratoire avec des fragments de culture sur gélose introduits aseptiquement dans des flacons plats contenant du sable humide stérilisé. Les fructifications ne sont pas produites sur les fragments de rameaux stérilisés placés dans les mêmes flacons et sur lesquels le mycélium était abondant ; de même sur la gélose primitive en flacon d'Erlenmeyer le mycélium est resté stérile.

Forme conidienne. — Richon a indiqué une forme conidienne (*Stilbum pilacriforme*) qu'il rapportait à l'espèce à la suite de simples observations dans la nature ; Viala et Pacottet ont obtenu en cultures pures une forme conidienne plus simple ; enfin Beckwitt n'a pas observé de conidiophores dans ses essais ; la question demande donc de nouvelles recherches. Bayliss-Elliot et Grove (1916) ont rapporté au champignon le *Pilacre Petersii* comme forme conidienne.

Forme parfaite. — Les fructifications ascigères sont formées par un pied pseudoparenchymateux portant une tête fertile ; cette dernière est formée

extérieurement d'une masse considérable d'ascopores libérées et vers l'intérieur d'un hyménium d'asques. Les petites têtes jeunes, blanchâtres, forment à leur surface de petits asques cylindriques à 8 spores aplaties en forme de lentille à pourtour circulaire ; les asques sont entremêlés de paraphyses beaucoup plus longues. Les asques les premiers formés, lorsqu'ils sont mûrs, dissocient leur paroi et libèrent ainsi les ascopores qui restent cependant un certain temps en files et qui sont suffisamment maintenues en masse fragile entre les longues paraphyses ; successivement d'autres asques se forment qui à leur tour libèrent leur contenu ; pendant de longues

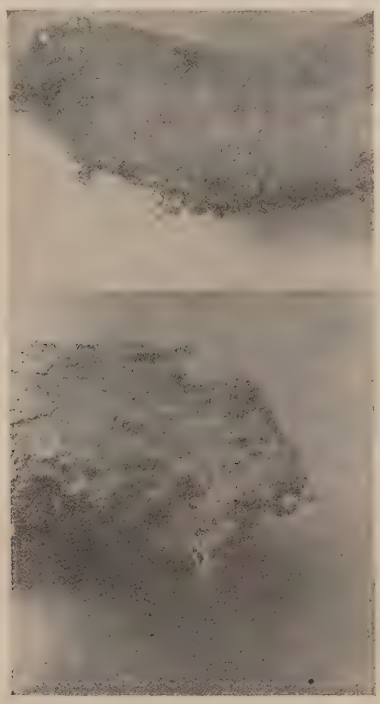


Fig. 5. — *Coniocybe nivea* (Hoff.) Rehm (*Rœsleria hypogea* v. Th. et Pass.). — Apothécies sur racines de poirier, vues à la loupe.

semaines il se développe ainsi successivement des asques qui accumulent entre les paraphyses une masse considérable de spores recouvrant l'hyménium ; quand on observe le champignon au microscope on a souvent de la peine à trouver les petits asques encore entiers au milieu de la multitude d'ascopores libérées. Quoique ayant un mode de formation très différent, ces spores, par leur abondance, donnent une impression analogue à celle qui est produite par les conidiophores des *Penicillium* ou des *Aspergillus*. Les ascospores mesurent 5 μ de diamètre, tardivement, surtout au moment de

germer, elles forment une cloison ; d'après Viala et Pacottet, elles ne germent qu'à maturité parfaite, état que l'on reconnaît à ce que certaines spores sont déjà germées en place sur la tête de l'apothécie ; les autres ascospores germent alors facilement à la température de 15 à 20° C. sur substratum solide humide ou en milieu liquide.

Considérations générales sur la biologie. — Le champignon est connu depuis longtemps en Europe où il a été déjà décrit au XVIII[e] siècle, on l'a trouvé aussi dans les régions tempérées du monde entier ; son rôle pathologique est encore mal défini, on le considère tantôt comme un parasite, tantôt comme saprophyte ; il se développe souvent en effet à la suite de para-

Fig. 6. — *Coniocybe nivea* (Hoff.) Rehm (*Rœsleria hypogea* v. Th. et Pass.). — I. Apothécies sur racines de Vigne, gr. 1/2. — II. Coupes longitudinales de deux apothécies, gr. 8. — III. Hyménium, gr. 350. — IV. Ascospores jeunes, gr. 350. — V. Ascospores en germination, gr. 350. — VI. Ascospores bicellulaires, gr. 1.000.

sites divers. Actuellement on le considère plutôt comme un parasite accidentel, comme un parasite de blessure. On le trouve sur un grand nombre de végétaux ligneux ; aux environs de Paris il se développe assez fréquemment sur les racines de poirier ; sur la vigne on le trouve surtout dans les pays où l'on procède au couchage annuel des tiges (Champagne).

Au point de vue mycologique il est remarquable par la formation souterraine de ses fructifications, c'est le seul cas qui se rencontre dans le groupe des Caliciacées auquel il appartient.

Description de la maladie. — Le *Coniocybe*, sur les racines ou les tiges souterraines sur lesquelles ils se développe, n'est accompagné d'aucun

mycélium extérieurement visible, son appareil végétatif est en effet peu développé et l'on ne trouve pas ici le mycélium blanc ou brun, ni les rhyzomorphes très apparents du *Rosellinia necatrix* ou de l'*Armillarialla mellea*. Les organes de l'hôte sur lesquels sont insérées les fructifications sont le plus souvent morts, l'écorce tuée, brunie sans que l'on puisse exactement déterminer la cause de l'altération. Chez la Vigne, le *Coniocybe* accompagne souvent en Europe le Phylloxera ou une maladie mal connue, le Chabot ; aux Etats-Unis on le trouve surtout sur les racines attaquées par le « ver des racines » ou « grape rootworm » des américains (larve du *Fidia viticida* Walsh) ou Gribouri américain. Cependant, chez le Poirier et le Pêcher il se présente souvent en l'absence de toute autre maladie parasitaire, mais sur des arbres qui ont mal repris à la plantation, ou peut-être qui ont souffert par suite des conditions de milieu.

Les fructifications sont caractéristiques, elles sont formées par un pied blanc droit ou courbé, surmonté d'une petite tête arrondie d'abord blanche puis grisâtre et enfin verdâtre ou vert glauque. Cette dernière couleur provient des spores qui se forment en quantité énorme sur les têtes et leur donnent un aspect poussiéreux, elles y sont maintenues par des paraphyses qui s'entremêlent mais au toucher ces spores se dispersent. Les fructifications atteignent 2 à 6 millimètres de haut.

Comme il a été dit elles peuvent présenter une certaine analogie avec les formes corémiées du *Penicillium glaucum*, qui est une moisissure banale sous sa forme dissociée, ou avec certains *Stilbum*.

Conditions de développement. — *Hôtes.* — Le champignon a été rencontré sur les racines de différents arbres ou arbustes ; il est probablement assez fréquent, mais à cause de sa position souterraine il est rarement constaté. De plus, on ne peut l'observer que lorsqu'on procède à l'arrachage, et, en dehors des pépinières, cette opération ne se pratique guère que pour des arbres morts ou malades ; si l'on constate alors la présence du *Coniocybe* on ne peut pas en conclure que ce champignon est spécial aux arbres en mauvais état.

On a vu que le champignon était fréquent en Champagne sur les Vignes soumises au couchage annuel des tiges dans le sol ; nous l'avons observé à Montpellier, à l'Ecole d'Agriculture, dans une vigne ainsi conduite à titre de démonstration. Il est connu aux Etats-Unis.

Laubert et Schwartz (1910) lui attribuent une maladie qui s'est développée en Allemagne sur les Rosiers et en particulier sur la variété « La France ».

Beckwith (1924) a pu inoculer le *Coniocybe* du Pommier à la Vigne par blessures, il ne semble donc pas y avoir de formes spécialisées. Le champignon a éé signalée sur Vigne (*Vitis*), Poirier (*Pirus*), Pommier (*Malus*,

Pêcher (*Amygdalus*), Orme (*Ulmus*), Erable (*Acer*), Aulne (*Aulnus*), Chêne (*Quercus*), Charme (*Carpinus*), Peuplier (*Populus*), Tilleul (*Tilia*), etc., c'est-à-dire des végétaux ligneux très nombreux et appartenant à des familles très différentes. Nous l'avons observé à diverses reprises aux environs de Paris sur des racines de Cognassier (greffés en Poirier) ou de Poirier, en particulier en 1929 aux environs de Montreuil (Seine), et en janvier 1930, sur racines de Pêchers ayant souffert du froid, en jauge, pendant l'hiver 1928-1929 et ayant mal repris.

L'influence de l'état de santé de l'hôte est mal connue, il se trouve en général en compagnie d'une cause d'altération : Phylloxera, Gribouri, Vespérus, pourridié, excès d'humidité, mauvaise adaptation au sol, etc.

Influence des conditions de milieu. — D'après Viala et Pacottet (1910) le développement du champignon peut se produire longtemps sur des racines mortes ; les mêmes racines conservées dans des conditions favorables peuvent donner des fructifications pendant cinq ans au moins, par poussées successives tous les cinq ou six mois. Nous avons conservé plusieurs mois le champignon vivant sur des racines placées en boîte de Pétri sur du buvard humide. D'après Viala et Pacottet, le champignon demande une humidité constante, on ne le trouve que dans les sols frais, surtout dans les dépressions des terrains argileux ; il est plus rare dans les sols perméables ; dans le Médoc, il n'existe que là où le sous-sol est formé par l'alios imperméable ; dans l'Yonne on le trouve dans les marnes kimmeridjiennes.

Traitement. — La maladie ne paraît pas être assez grave pour justifier des traitements, si tant est que le champignon soit un parasite. La lutte contre les champignons souterrains est toujours très difficile, il convient évidemment de prendre des mesures pour combattre ou éviter les maladies de nature plus certaine qui accompagnent le *Coniocybe* et qui favorisent probablement son développement.

Bibliographie

(*Coniocybées*)

1816. Acharius (in *Vet. Akad Handl.*, 1816, p. 283).

1878. Cooke (M. C.). — Vine diseases (*Grevillea*, VI, 1878, p. 147).

1880. Gillot (X.). — Découverte en France du *Roesleria hypogea* Thüm. et Pass. (*Rev. Myc.*, II, 1880, p. 124-125.)

1881. Prillieux (Ed.). — Le pourridié des vignes de la Haute-Marne produit par le *Roesleria hypogea*. (C. R. Acad. Sc., Paris, tome XCIII, 1881, p. 802).

1881. Roumèguère (C.). — Récentes observations sur le *Roesleria pallida* (Pers.) fournies par MM. Cooke, Philipps et Saccardo. (*Revue mycologique*, III, 1881, p. 1-4.)

1881. Jolicœur (Dr H.). — Rapports sur la maladie de la vigne connue dans la Marne sous le nom vulgaire de Morille. (*C. R. Comité central d'études et de vigilance contre le Phylloxera dans la Marne*. Séance du 18 août 1881, Châlons-sur-Marne, 1881.)

1882. Franc (...). — Note sur le *Roesleria* dans les vignes du Cher. (*Journ. de l'Agriculture*, août 1882.)
1882. Jolicœur (H.) et Richon (Ch.). — Rapports sur la maladie de la vigne connue dans la Marne sous le nom vulgaire de Morille et détermination spécifique du champignon : *Vibrissea hypogea* Cr., agent actif de sa propagation, 30 p., Châlons-sur-Marne, 1882.
1882. Prillieux (Ed.). — Le pourridié des vignes de la Haute-Marne, *Roesleria hypogea* (*Ann. Ins. Nat. Agronomique*, N° 5, 4e année, 1879-80, p. 171-179, 1 pl., 1882).
1884. Laurent (...). — Découverte en Belgique du *Coniocybe pallida* (Pers.) Fr. (*Roesleria pallida*). *Bull Soc. Roy. de Bot. de Belgique*, XXIII, 1884, part. 2, p. 17.) (a. *Bull. Soc. Bot. de Fr.*, XXX, 1883, *Revue bibl.*, p. [239].)
1888. Boudier (E.). — Note sur le vrai genre Pilacre et la place qu'il doit occuper dans les classifications. (*Journ. de Bot.*, II, 1888, p. 26.)
1893. Viala (P.). — Maladies de la vigne, 3e éd., 1893, p. 316.
1898. Rostrup (E). — *Roesleria pallida* (Pers.) Sacc. (*Journ. bot. Soc. Roy.*, Copenhague, 1898, p. 50). a. *Rev. Myc.*, 1902, p. 26.
1907. Boudier (E.). — Histoire et Classification des Discomycètes d'Europe (Paris, 1907), p. 90-91.
1910. Viala (P.) et Pacottet (P.). — Recherches expérimentales sur le *Roesleria* de la Vigne. (*C. R. Ac. Sciences*, Paris, tome CL, 1910, p. 1770-1771.)
1910. Viala (P.) et Pacottet (P.). — Recherches expérimentales sur le *Roesleria* de la Vigne. (*Revue de Vitic.*, XXXIV, 1910, p. 320-350, 379, 466, 550-557, 9 fig.)
1910. Laubert (R_y) et Schwartz (M.). — Rosenkrankheiten und Rosen feinde der Rosen zu erkennen und zu bekampfen, brochure. Iéna, 1910, 1 pl. — a. *Bull. Rens. Agr. Rome*, 1911, p. 965.)
1924. Beckwith (A. M.). — The life history of the grape root rot fungus *Roesleria hypogea*. Thüm. et Pass. (*Journ. agric. Research.*, XXVII, 1924, p. 609-616, pl. I.)
1924. Klika (J.). — Einige Bemerkungen zur Pilzflora von Böhmen. (*Ann. Myc.*, XXII, 1924, p. 415). — *Vibrissea bohemica* Kl.
1921-26. Quaintance and Shear (C. L.). — Insect and fungous ennemies of the grape. (*U. S. Départ. Agric. Farmer's Bull.*, n° 1220, 1921, 2e éd., 1926.)

B. TRIBU DES CALICIÉES.

Type. — g. *Calicium*.

Syn. — Caliciacées Fr. ;
— Mycocaliciacées Wainio ;
— Pseudocaliciées Marchand, *sensu stricto* ;
— ? Acrospermacées Lindau.

Caractères généraux. — Comme il a été indiqué, ce groupe est formé d'espèces venant en compagnie de lichens, sur les morceaux de bois morts, les pierres, etc.; elles sont vraisemblablement parasites des lichens, mais certainement pas des plantes supérieures. On les a considérées parfois comme représentant les véritables fructifications des lichens.

Les apothécies sont plus ou moins pédicellées, en coupe peu profonde. Cette tribu, étrangère à notre sujet, ne sera étudiée que d'une façon sommaire et seulement parce qu'elle est le type de la famille.

Genres. — Nous suivrons la classification de Saccardo [*Syll. fung.* VIII, p. 825] en supprimant les genres *Coniocybe* ou *Roesleria* (voir Coniocybées), *Hypsotheca* et *Caliciopsis* (voir Corynéliées).

La distinction des genres a été étudiée dans les généralités. Nous n'examinerons ici que le genre *Calicium*, type du groupe, et le genre *Acrospermum* dont la place est incertaine.

1° Genre **CALICIUM** Persoon

[in Ust. *Ann. d. Bot.* st. 7, t. 3, f. 1, 2 et 3. 1794, p. 20 ; cfr. Sacc. Syll. VII, p. 835, X, p. 72]

Syn. — *Embolidium* Saccardo. *Michelia* I, p. 418.
— *Mycocalicium* Wainio, 1890.

Type. — *C. salicinum Pers.* (? cette espèce est décrite en même temps que le genre, dans le travail de Persoon que nous n'avons pas pu consulter).

Car. — Ce genre présente l'aspect typique d'une Caliciacée ; une apothécie en forme de coupe ou de calice est portée par un pédicule cylindrique; il constitue, avec le genre *Acolium*, la subdivision des Caliciées à spores bicellulaires ; le dernier genre se distingue par l'absence de pédicelle.

2 types ont été étudiés :

1° Le *C. salicinum* Pers. (*C. trachelinum* Ach. *pro parte*), qui est le type normal ;

2° *C. populneum* de Brondeau, type un peu abberrant.

a) ***Calicium salicinum*** Persoon

[in Usteri *Ann. d. Bot.* st. 7, t. 3, f. 1, 2 et 3, 1794, p. 20]

Syn. — D'après Desmazières, 1829, n° 385) :
— *C. trachelinum* var. *a*, Acharius. *Lichenographia universalis* et *Synopsis Lichenum ;* Fries. *Lich. eur.*
— *C. clavellum* var. *a.* De Candolle. Flore française.
— *C. hyperellum* var. *a. salicinum* Shaer *Lich. Hel.*

Syn. exclus :
— *C. lenticulare* var. *b.* Acharius (in Desm. par erreur).
— *C. claviculare* Ach. *Lich univ.* et *Syn.*

Ech. dessiné (pl. I, fig. A à G) « J.-B.-H. Desmazières. Plantes crypt. du Nord de la France, 1re éd., fasc. VIII, Lille 1829, N° 385. — *Calicium trachelinum a.* Acharius... Pendant toute l'année dans les excavations des saules ».

L'échantillon avait d'abord été nommé *Calicium lenticulare*, var. *b* Acharius ; une étiquette rectificatrice a été ajoutée ultérieurement.

Le champignon se développe sur les morceaux de bois pourris qui garnissent l'intérieur des vieux troncs de saules creux ; à l'œil nu (*fig.* A) les fructifications se présentent sous l'aspect de minuscules épingles noires qui seraient piquées dans le substratum dont la surface est couverte d'un thalle grisâtre. A la loupe, la structure apparaît plus nettement (*fig.* B) ; les apothécies sont d'abord globuleuses, closes, elles s'ouvrent ensuite irrégulièrement, restant longtemps en forme de bourse ; finalement elles peuvent s'étaler largement. A côté, on trouve (*fig.* B, à gauche), les apothécies, sessiles et largement étalés en forme d'assiette, d'un lichen auquel appartient vraisemblablement le thalle grisâtre sur lequel est placé le *Calicium*. En coupe (*fig.* C, D) l'apothécie se montre remplie à moitié d'un tissu stérile, la partie supérieure présente d'abord une zone médiane claire, formée par les asques jeunes et la base des paraphyses (*fig.* F) ; puis au-dessus une masse brun-noir d'ascospores entourées des débuts de paraphyses et de la paroi gélifiée des asques.

En coupe le tissu du pédicelle se montre brun clair, presque incolore au centre.

Les ascospores (*fig.* F. et G) sont d'abord ellipsoïdes, fusiformes ; elles grossissent peu à peu, même semble-t-il, après gélification de l'asque ; elles deviennent brun foncé, étranglées en leur milieu et pourvues à leur surface de saillies ou côtes irrégulières. Dans une préparation on observe des ascospores de divers âges et par suite très différentes (*fig.* G).

b) ***Calicium populneum*** de Brondeau
(in Duby, Bot. Gall. II, p. 638.)

Syn. — (d'après Rehm) :
— *C. pusillum b. populneum* Hepp. *Lich. exs.*,
— *C. subtile b. populneum* Krempelh. *Lich. Bayerns*, p. 269,
— *C. pictavicum* Rich. Deux-Sèvres, p. 74, 1878,
— *C. mildeanum* Hepp, in Rabenhorst *Lich. eur.* 718.

Ech. dessiné (Pl. I, fig. H à O) « *Calicium populneum* de Brondeau, sur tronc de *Populus alba*, à Fontcaude, près Montpellier (Hérault), 13 juillet 1908 » — herb. G. A. (Arnaud 1910).

Ce champignon est fréquent en Europe ; d'après Reum, Hue, etc., il a été signalé sur peuplier (*Populus balsamifera, P. pyramidalis, P. nigra* et Peuplier de Virginie) en Bavière, Westphalie, Wurtemberg, et en Suisse ; sur Frêne (*Fraxinus ornus*), en Carinthie et Tyrol ; sur noisetier (*Corylus*), en Franconie ; sur Sorbier (*Sorbus*), en Silésie ; sur Aulne (*Alnus*), en Suisse, etc.

Les apothécies se développent souvent sur une tache blanchissante placée au milieu d'une zone occupée par un lichen, le *Tomasellia artonioides* sur lequel il serait parasite.

Une variété *pinicolum* a été décrite par Anzi (*Lich. Langob.* 456) ; elle se développe sur l'écorce du Pin Cembre (*Pinus Cembra*) et sur Mélèze (*Larix*).

En France le champignon a d'abord été décrit par de Brondeau dans le Sud-Ouest ; il a été signalé depuis en de nombreux points ; en Normandie (Boistel, Hue), etc.

Le mode de vie de ce *Calicium* est encore mal connu ; il est possible qu'il soit parasite du *Tomasellia*, comme l'indique Reum ; mais dans certains cas les fructifications sont si abondantes, si serrées, formant une forêt de petits bâtonnets noirs, que la mince croûte lichenique paraît peu propre à les nourrir.

L'Abbé Hue (1890) indique : « je l'ai aperçue sur tous les peupliers noirs que j'ai pu examiner. A Quibout, j'ai vu abattre plusieurs de ces arbres dont tous les petits rameaux, surtout à la cîme, étaient couverts de ce *Calicium* ».

A Montpellier, le champignon se développait seulement sur les parties du tronc où venait s'écouler l'eau de pluie qui avait lavé les feuilles et les rameaux de peuplier couverts de miellat excrété par de nombreux pucerons. Le champignon ressemble du reste tellement à un *Capnodium* qu'on peut s'y méprendre, même en faisant un examen rapide au microscope.

Car. — Le *Calicium populneum* forme sur l'écorce des surfaces d'un noir mat, d'aspect légèrement velouté (*fig.* H) ; à la loupe on reconnaît que cette apparence est due à une multitude de petits bâtonnets noirs de 0,5 à 0,7 millimètre de haut, dressés perpendiculairement au substratum et dont le sommet est brillant (*fig.* I, J, K) ; c'est à peu près l'aspect du *Capnodium meridionale* (fig. 3), mais les fructifications du *Calicium* ont, à la fin, à la partie supérieure, un creux bien marqué, au lieu d'être bombées. Les pédoncules sont parfois ramifiés (*fig.* J, K), ils ont une couleur relativement claire, vus au microscope.

En coupe (*fig.* L), on constate que l'apothécie présente une ouverture très réduite et la largeur de l'organe est peu différente de celle du pédicelle ;

sa disposition constitue par suite un type intermédiaire entre celle des Caliciées et celle des Corynéliées pédicellées (g. *Sorica*, etc.).

L'hyménium présente des asques dont l'état de développement est moins différent que chez le *Calicium salicium* : il rappelle mieux le type de la plupart des Discomycètes et des Sphériacées : cette homogénéité relative de l'hyménium est évidemment en rapport avec le peu de profondeur de l'apothécie ; néanmoins les ascospores libérées forment une colonne qui peut faire saillie hors de l'ouverture (*fig.* J, au centre). Les asques sont mélangés de quelques paraphyses ; les ascospores sont brunes, bicellulaires, à paroi lisse, elles sont d'abord ellipsoïdes-fusiformes, puis légèrement rétrécies au milieu elles mesurent 8 à 11 × 4,5 μ.

2° Genre **ACROSPERMUM** Tode (1790)

(cfr. Sacc. *Syll. Fung.* II, 807 ; IX, 1128 ; XIV, 723 ; XVI, p. 1145.)

Type. — *Acrospermum compressum* Tode. *Fung. Meckl.* I, p. 8, pl. II, fig. 3.

Syn. — *Cylindrina* Patouillard (1886 *a* et *b*). L'espèce unique *C. Delavayi* Pat., que nous n'avons pas étudiée, est, d'après la description, analogue à l'*Acrospermum parasiticum*. Le *C. Delavayi* a été observé sur les feuilles de *Liparis*, dans le Yunnan (Chine).

D'après v. Höhnel (1911, XIII, p. 53, N° 693) le genre *Schizacrospermum* Henn a été établi sur les cols d'un *Ophioceras* dont la cavité ascigère, enfoncée dans l'hôte, a été méconnue ; le genre est par suite à supprimer.

Car. — Ce genre, dont le type a été récolté par les mycologues, est resté mal connu ; sa place dans la classification est incertaine ; à l'exemple de Saccardo les mycologues le mettent actuellement dans les Hystériacées. Mais il n'a aucune parenté réelle avec ce groupe ; cependant Cooke le réunit (avec deux sous-genres : *Eu-Acrospermum* et *Barya*) aux Hypocréacées Pseudonectriées, et v. Höhnel a émis une opinion analogue.

Ellis et Everhart (1892) placent aussi le genre dans les Hypocréacées, mais il s'éloigne sans aucun doute de ce groupe ; c'est vraisemblablement une Caliciée à spores filiformes.

Riddle (1920) indique que l'*Acrospermum corrugatum* Ellis (syn. *A. fultum* Harkness) doit être exclu du genre et est identique au *Lophium dolabriforme* Wallr. (Lophiostomacées).

Le type présente des apothécies allongées et brièvement pédicellées, mais, l'*Acrospermum gracile* Corda (1839, pl. V, fig. 75) possède un pédicelle très net et par suite une disposition se rapprochant davantage du type *Calicium*.

L'ouverture de l'apothécie est petite, le champignon s'éloigne par là des Caliciacées, mais presque autant des Hystériacées. Par contre la consistance cornée ou coriace et l'allure générale rapprochent le champignon du groupe étudié ici.

Les asques, les ascospores et les paraphyses sont extrêmement allongés.

Espèces : 1er groupe :

— *Acrospermum compressum* Tode, espèce la plus connue qui sera étudiée plus loin ; vient sur les tiges pourrissantes des plantes herbacées et présente une variété *gramineum* Libert ;

— *A. gracile* Corda, sur tiges sèches de *Cacalia albifrons*, dans le Reisengebirge.

2e groupe :

Un certain nombre d'espèces tropicales sont probablement parasites : ce sont :

— *A. foliicolum* Berk (p. 161) signalé sur feuilles d'orme et de *Celtis*, dans les Carolines (Etats-Unis). Il est possible que les espèces suivantes soient identiques à la précédente ; cependant cette dernière est indiquée sur feuilles tombées.

— *A. Maxoni* Farlow : cette espèce récemment décrite par Riddle (1920) se développe à la face inférieure des frondes vivantes de fougères (*Polypodium induens* et *P. cristatum*) des forêts humides de Panama, de Costa-Rica et de la Jamaïque ;

— *A. bromeliacearum* Theissen (1914, p. 26), sur feuilles de Broméliacées, à Sao Leopoldo (Brésil), leg. Rick ;

— *A. parasiticum* Sydow (1911, p. 379), sur feuilles d'*Heptapleurum venulosum*, dans l'Hymalaya ;

— *A. coniforme* Speg, sur feuilles languissantes de *Diplachme latifolia*, près de Tucuman (Argentine) ;

— *A. bignoniicolum* P. Henn. (1897, p. 231).

— Il convient peut-être d'ajouter ici le *Cylindrina Delavayi*, signalé à propos de la synonymie du genre, et l'*A. viticolum* (v. p. 302).

3e groupe :

Un certain nombre d'autres espèces ont été décrites ; elles sont mal connues, elles doivent être probablement rapprochées du type *A. compressum* ou éliminées du genre.

Enfin Olson (1897) a décrit un *Acrospermum urceolatum* parasite du *Seliginella rupestris*, dans le Minnesota ; mais d'après la figure cette espèce s'éloigne assez nettement du type *Acrospermum compressum*.

a) ***Acrospermum compressum*** Tode (1790)

(*Fung. Meckl.* I, p. 8, pl. II, f. 13.)

Syn. — *Clavaria herbarum* Pers,
— *Clavaria compressa* Purt,
— *Scleroglossum lanceolatum* Pers, in Mougeot *Exs.*,
— *Acrospermum gramineum* Libert. *Pl. crypt. ard.*

Ech. dessiné. — 1° (pl. II, fig. A à J) « C. Roumeguère. Fungi gallici exsiccati. — N° 1851. — *Acrospermum compressum* Tode, forma *Urticae* ; sur les tiges de l'*Urtica dioica* L,, Corcelles, près de Neuchâtel (Suisse), mai 1879-80 ; legit D.-P. Morthier ». (Herb. SPVP.)

2° (pl. II, fig. K, L) « C. Roumeguère. Fungi gallici exsiccati N° 4560. — *Acrospermum compressum* Tode var. *graminum* Lib. *major* nob. (1) ; — sur les chaumes pourrissants ; — environs de Troyes (Aube), septembre 1887 ; — Major Briard ». Herb., S. P. V. P.).

Ce dernier échantillon était mal développé ; la description sera faite d'après le premier.

A l'œil nu, et à la loupe, le champignon se présente sous l'aspect de petites langues brun-noirâtre sortant du substratum par un pédicelle court (Pl. II, fig. A, B, D) ; les apothécies sont aplaties latéralement, à l'état sec, mais quand elles sont gonflées par l'eau, elles sont à section ellipsoïde (*fig.* F) ; l'ouverture est petite, légèrement ovale (*fig.* D).

La paroi de l'apothécie (*fig.* G) est formée d'une couche de cellules brunes puis de quatre à cinq épaisseurs de cellules incolores, enfin l'intérieur est rempli d'une multitude d'asques à section étroite et de paraphyses. Les asques sont extrêmement longs (environ 800 à 900 μ) et minces ; les ascospores ont une longueur à peu près égale ; elles sont incolores et nous n'avons pas observé de cloisons, mais peut-être n'étaient-elles pas complètement mûres. D'après Theissen (1914) l'*A. bromeliacearum* a des ascospores divisées par des cloisons presque invisibles.

La partie extérieure du bois dénudé du substratum est remplie d'un mycélium stromatique qui appartient vraisemblablement à l'*Acrospermum*.

Le deuxième échantillon présentait un stroma analogue plongé dans la gaine foliaire (*fig.* K et L).

Le champignon a été le plus souvent récolté sur des organes déjà morts, mais parfois les tissus de l'hôte sont peu décomposés et on peut se demander si le développement du mycélium ne commence pas sur des tissus encore vivants au moins pour la variété *graminum* (voir Desm. pl. crypt., 1re éd. N° 1072).

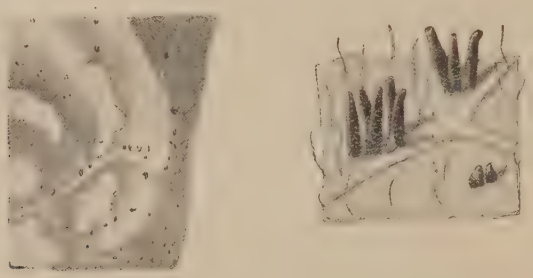
(1) C'est-à-dire de Roumeguère.

b) ***Acrospermum bignoniicolum*** P. Hennings (1897)

Ech. dessiné (fig. 7) : « Glaziou. Ch. de Goyaz N° 22693 ; fazenda de Caramance, au bord de la rivière, sur Bignoniacées ; le 30 mai 1895 ». (Herb. Muséum.)

Les échantillons étudiés présentaient des apothécies incomplètement mûres et nous n'avons pas pu faire une étude complète ; ils ont été récoltés près de Goyaz (Brésil).

D'après P. Hennings (1897) le champignon forme sur les feuilles de Bignoniacées des taches pâles, arrondies, finalement confluentes ; les apothécies sont solitaires ou groupées, elles sont subulées, dressées verticalement, un peu comprimées latéralement, noires, lisses, à sommet arrondi, sans pédicelle marqué ; elles mesurent à peine 1 millimètre de haut et 170 à



A *B*

Fig. 7. — *Acrospermum bignoniicolum* P. Henn. — A. Portion de feuille, face inférieure, gr. nat. — B. Partie de A., avec apothécies de l'*Acrospermum*, gr. 10.

200 μ de large ; les paraphyses filiformes ont 1 μ de large ; les ascospores hyalines ont également 1 μ de large.

Cette espèce n'est peut-être pas distincte du vieux type de Berkeley : *Acrospermum foliicolum*. .

Bibliographie

(3. *Caliciacées*)

1798. Acharius (Erikj. — Lichenographiæ suecicæ Prodromus. Lincopiæ, 1798. p. 83. — g. *Calicium*.

1830. De Brondeau *in* Duby. — *Botanicon gallicum* (2e éd. de l'ouvrage de De Candolle). 2e partie, p. 638, N° 17.)

1839. Corda (A. C. I.). — Icones fungorum, tome III, p. 28, pl. V, fig. 75, 1839.

1852. Tulasne (L. R.). — Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des lichens. (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, sér. III, tome XVII, p. 5-128, 153-249.)

1876. Berkeley (M. J.). — Notices of North American fungi. (*Grevillea*, IV, p. 140-161.)
1886 *a*. Patouillard (N.). — Note sur deux genres nouveaux de Pyrenomycètes. (*Bull. Soc. Bot. France*, Vol. XXXIII, p. 155, février 1886). — *g. Cylindrina*.
1886. *b*. Patouillard (N.). — Quelques champignons de la Chine récoltés par M. l'abbé Delavay dans la province du Yunnan. (*Revue mycol.*, 1886, p. 179). *Cylindrina*.
1890. Hue (l'abbé). — Lichens de Canissy (Manche) et des environs. (*Journal de Botanique*, IV, 1890, p. 33-40). — *C. populneum*.
1892. Ellis (J. B.) and Everhart (B. M.). — North american fungi, 1892, p. 67.
1893. Neubner (E.). — Untersuchungen uber den Thallus u. die Fruchtanfänge der Calycien c. tab. (*Wissensch. Beilage zum V. Jahresb. des Kgl. Gymn. zu Planen*, IV, Ostern., 1893) a. *Hedw.*, 1893, p. 93.
1897. Olson (M. E.). — Acrospermum urceolatum ; a new Discomycetous parasite of Selaginella rupestris. (*The Botanical Gazette*, XXIII, 1897, p. 367). a. *Revue Mycologique*, 1900, p. 43-44, pl. CXCVIII, fig. 7 à 9, pl. XXIX, fig. 1 à 10.
1905. Harmand (abbé). — Lichens de France, catalogue systématique et descriptif : Coniocarpées (1905, p. 161-205, 1 pl.)
1910. Arnaud (G.). — Contribution à l'étude des fumagines, 1re partie. (*Annales Ecole Nat. Agric. Montpellier*, nouvelle série, tome IX, p. 239-277, 3 fig. et 3 pl., 1910.)
1911. Sydow (P.) et Butler (E. J.). — Fungi indiæ orientalis, Pars III. (*Ann. Myc.*, IX, 1911, p. 372.)
1914. Theissen (F.). — Annotacoes a mycoflora brasiliera. (*Broteria*, sér. Bot., XII, 1914, p. 13.)
1920. Riddle (L. W.). — Observations on the genus Acrospermum. (*Mycologia*, XII. 1920, p. 175-181, pl. II.)

C. TRIBU DES CORYNÉLIÉES Saccardo

Syn. — Corynéliacées Sacc. *Syll. fung.* VIII, 1889, p. 833.

Type. — *g. Corynelia* Achar.

Historique. — La tribu des Corynéliées a été constituée en réunissant un petit nombre d'espèces qui avaient été dispersées dans des groupes très variés, même chez des auteurs récents : Capnodiées, Xylariées, etc.

Saccardo (*Syll.* IX) a d'abord constitué le groupe pour les deux genres *Corynelia* et *Tripospora* ; von Höhnel (1910, N° 705, p. 71) a apporté une contribution importante à nos connaissances en rattachant à ce groupe diverses espèces placées à tort dans le genre *Capnodium* (s.-g. *Capnodiella* : *C. maximum* Berk., *C. arrhizum* Pat., *C. fructicolum* Pat.) ; antérieurement, Giesenhagen (1904) avait créé le genre *Sorica* qu'il plaçait parmi les Xylariées, pour une espèce qui s'est révélée identique au *C. maximum*, et qui par suite n'avait que de vagues analogies avec les Xylariées ; par contre Sydow (1910) avait assez exactement appelé *Corynelia carpophila* une espèce qui était le *Capnodium fructicolum* Pat., et v. Höhnel (1910) a signalé l'identité des deux espèces. Comme nous l'avons déjà indiqué, Rehm (1896) a réuni une Corynéliée (g. *Caliciopsis*) aux Caliciées ; constituant à peu près le groupe tel qu'il est compris ici.

Nous avons (Arnaud, 1912) fait une étude préliminaire des Caliciacées où nous avons rapproché les espèces qui viennent d'être citées ainsi que quelques autres (*Acrospermum*, *Cylindrina*, etc.)

Il faut cependant signaler que le type du genre *Corynelia* avait été autrefois placé dans le g. *Calicium* (1) (alors compris dans les lichens) et en avait été séparé par Acharius (1803) comme n'étant pas un lichen ; mais lorsque les Caliciacées furent placées à leur tour, pour la plus grande partie, dans les champignons, on ne pensa pas à l'ancien *Calicium* devenu *Corynelia* parmi les Sphériacées et l'on plaça le groupe à sa vraie place dans les Discomycètes. Il y eut ainsi pour les espèces de Caliciacées trois centres d'attraction qui se les disputèrent :

1° Capnodiacées : g. *Capnodium*, s.-g. *Capnodiella* ;

2° Sphériacées : tribu des Corynéliées ;

3° Discomycètes : tribu des Caliciées.

Plus récemment Fitzpatrick (1920) a fait une intéressante révision des Corynéliées (*sens. stricto*), mais sans connaître notre travail qu'il ne cite pas : quand à l'exposé de Rehm (1896), il paraît n'être venu à la connaissance de l'auteur que tardivement, car il n'en parle qu'à propos du g. *Caliciopsis* (Fitzpatrick, 1920, p. 219) et non dans le chapitre des relations systématiques des Coryneliacées. Fitzpatrick s'oppose du reste nettement à l'opinion de Rehm ; pour lui, il n'est pas douteux que la fructification des *Caliciopsis* (et a fortiori des autres Corynéliées) soit un vrai périthèce ; tandis que celle des Caliciées serait une apothécie, mais il ne donne ni la preuve ni les raisons. Fitzpatrick considère que les Corynéliées sont très voisines des Capnodiées.

Pour nous les rapports entre Corynéliées et Capnodiées sont superficiels, comme le montrent les figures 3 et 4 représentant le *Capnodium meridionale*. Les analogies apparentes sont du reste encore plus grandes entre les *Capnodium* et le *Calicium populneum* que nul ne songe à séparer des Caliciées. Le travail de Fitzpatrick n'en est pas moins très intéressant par les renseignements qu'il fournit sur les caractères des espèces.

Car. — Les Corynéliées se distinguent des Caliciées par une allure générale difficile à décrire ; cependant on peut dire que d'une manière générale, l'apothécie y est beaucoup plus étroite et surtout plus profonde que chez le groupe précédent, et dans certains cas (*Sorica maxima*, *Lagenula arrhiza*) ce caractère est extrêmement marqué. On peut se demander quels sont les rapports de cette disposition avec les conditions de milieu ; les observations biologiques directes nous manquent, on ne peut appuyer les hypothèses que sur des déductions tirées des caractères morphologiques ; cependant on peut indiquer que les Corynéliées sont toutes des parasites des plantes supérieures,

(1) Sous le nom de *Calicium helopherus* (=*C. clavata*=*C. uberata*).

tandis que les Caliciées sont saprophytes ou parasites des lichens (à l'exception de certains *Acrospermum* qui ont du reste une apothécie profonde) ; il est donc vraisemblable que la forme de l'apothécie et le mode de parasitisme sont en rapport. On peut ajouter que les Corynéliées à apothécies les plus profondes viennent dans des régions tropicales humides. Il est encore évident que l'organisation de ces dernières a pour effet de mieux soustraire l'hyménium à l'action du milieu extérieur, de la pluie en particulier, cette dernière ne peut laver que la toute extrémité d'une longue colonne de spores ; cela est favorable à la lente maturation de ces dernières qui paraît être de règle chez ces champignons. Ces considérations sont évidemment un peu hasardées actuellement, mais il est difficile d'en fournir de mieux étayées.

La clef des genres a été donnée dans les généralités p. 240.

Les erreurs qui ont été commises au sujet de la position systématique des Corynéliées paraissent provenir en majeure partie de ce que les auteurs n'ont pas étudié les apothécies en coupes longitudinales, du moins aucun dessin de ce genre n'a été donné ; c'est que l'exécution de ces coupes semble à première vue présenter des difficultés spéciales ; elles ne sont cependant pas très compliquées en utilisant la technique que nous allons décrire.

Signalons d'abord que le procédé des coupes au microtome après inclusions dans la paraffine n'est pas utilisable ici à cause des difficultés pour orienter l'échantillon, etc. ; du reste ce système qui paraît le plus perfectionné aux débutants est au contraire une pratique grossière qui ne doit être utilisée dans les études de systématique que lorsqu'on ne peut absolument pas faire autrement ; tous les dessins du présent mémoire ont été faits d'après des coupes exécutées au rasoir « à la main ».

Le microtome agissant sur un objet inclus à la paraffine a l'inconvénient grave de couper dans une direction fixe, ce qui a pour effet de découper en tronçons les organes allongés asques, spores, etc. ; au contraire, le rasoir à la main tranche bien les tissus massifs, mais il arrache en entier les organes plus ou moins isolés. Avec un peu d'habitude on arrive à faire des coupes à la main de presque tous les *Pyrenomycètes*, même ceux qui sont superficiels. Les inclusions ont de plus le défaut de demander un temps très long.

Pour les Corynéliacées, les fructifications ont l'apparence de petits morceaux de crins noirs et coriaces et on ne peut pas les maintenir dans la moelle de sureau qui est trop tendre ; on pourrait employer le liège, mais il est encore trop élastique et difficile à couper ; le mieux est d'utiliser le bois d'une tige tendre, comme celui des rameaux d'un an de la vigne (*Vitis vinifera*) ; ces organes sont utilisés frais ou conservés dans l'alcool à 70° ; ils sont fendus en deux et la section longitudinale est rendue nette au rasoir ; on place l'apothécie de Corynéliée en travers vers l'extrémité de deux mor-

ceaux que l'on serre l'un contre l'autre avec les doigts. On entame l'extrémité de la tige avec le rasoir jusqu'à ce qu'on aperçoive la teinte noire de l'apothécie, qui, grâce à la demi-transparence des tissus du bois de vigne, apparaît quelques dixièmes de millimètres avant qu'elle soit à nu ; on règle alors l'orientation de la section (par des coupes obliques, s'il y a lieu) jusqu'à ce que toute la longueur de l'apothécie apparaisse avec la même intensité, ce qui indique que le plan de la section est parallèle à l'axe de l'organe. On commence alors à faire des coupes aussi minces que possible jusqu'à ce qu'il ne reste plus traces de l'apothécie ; on peut ainsi faire quatre à cinq coupes dans une fructification, ce qui est bien suffisant. L'opération est du reste facilitée par l'aplatissement partiel de l'organe sous la pression.

On doit recueillir, dans un peu d'eau sur une lame porte-objets, tous les débris enlevés par le rasoir ; on élimine ensuite les lambeaux de bois et le reste est monté en préparation, à la gélatine glycérinée par exemple ; les coupes minces, les plus intéressantes, ne pourraient pas être manipulées séparément, mais on les retrouve à l'examen au microscope.

Au lieu de bois de vigne on peut employer un rameau (cueilli frais) d'un autre bois tendre : peuplier, figuier, etc., employé de préférence après séjour dans l'alcool à 70° qui lui donne une consistance plus convenable.

Il est presque toujours utile de colorer une partie des coupes aux bleus d'aniline (Bleu coton, Bleu 4 B, Bleu 6 B) en solution dans l'acide lactique.

1° Genre **CALICIOPSIS** Peck, 1880.

Type. — *Caliciopsis pinea* Peck, 1880 ; Peck a placé le genre dans les Discomycètes, exemple suivi depuis par Saccardo [Sacc. Syll. VIII, 1889, p. 833], Rehm (1896).

Syn. — *?Hypsotheca* Ellis et Everhart. Journ. of Myc., I, 1885, p. 128. Le genre est placé par ses auteurs dans les Pyrénomycètes quoique ils aient reconnu l'étroite parenté avec le g. *Caliciopsis*.

Car. — D'après Fitzpatrick (1920) les ascospores du type ne seraient pas toujours ovoïdes, mais parfois globuleuses : contrairement à la description de Peck et de Saccardo (*Syll. fung.*, VIII, p. 833) et à nos propres observations (pl. III, fig. P).

D'après Fitzpatrick, le genre se distinguerait du g. *Sorica* par le fait que chez ce dernier les apothécies peuvent proliférer sur le bord de leur ouverture pour donner une autre fructification ; ce caractère est trop irrégulier pour servir de distinction générique.

Les *Caliciopsis*, comme les *Sorica*, ont des apothécies nettement pédicellées et à peine plus larges que le pédicelle ; le *C. pinea* a, d'après Fitzpatrick, des apothécies peu profondes, en effet nos observations montrent (pl. III, fig. O) qu'elles ont une forme se rapprochant de celles du *Calicium populneum*.

Les *Caliciopsis* présentent des pycnides pyriformes situées à la base des pedicelles des apothécies.

Espèces. — On peut distinguer 5 espèces :

a) *C. pinea* Peck (syn. *Calicium stenocyboides* Nyl.) ;
b) *C. Tiliae nob.* (syn. *C. Ellisii* var. *Tiliae* Arn.) ;
c) *C. calicioides* (Fries) Fitzp. (syn. *C. Ellisii* Sacc.) ;
d) *C. subcorticalis* (Cooke et Ellis) Fitzp. (syn. *Hypsotheca subcorticalis*) ; cette dernière espèce n'a pas été étudiée :
e) *C. ?.thujina* (E. et E.) Fitzpatrick sur *Chamaecyparis thyoides*.

a) ***Caliciopsis pinea*** Peck (1880)

Syn. — D'après Fitzpatrick (1920) :

— *Calicium stenocyboides* Nylander Flora, XV, p. 451, 1882 :
— *Cyphelium stenocyboides* (Nylander) Arnold, 1895 ;
— *Caleciopsis stenocyboides* (Nylander) Rehm, 1896.

Ech. dessiné (pl. III, fig. L à P) cet échantillon n'est pas le type de Peck, mais c'est un de ceux qui ont été étudiés par Fitzpatrick : « *Caliciopsis pinea* Peck sur *Pinus Strobus*, — Manchester, Mass., novembre 1888. — M. C. Sturgis — ex Herb. W. G. Farlow » (Herb. S. P. V. P.).

Le champignon a été récolté sur l'écorce de divers pins (*Pinus Strobus*, *P. rigida* aux Etats-Unis, sur *P. pumilo* en Allemagne, et d'après Rehm sur Sapin (en Allemagne) ; Fitzpatrick le considère comme parasite direct de la conifère. Il a été signalé par Overholts (1930) sur *Tsuga canadensis*.

Dans l'échantillon étudié, les fructifications apparaissent à l'œil nu comme de petits points noirs sortant de l'écorce (*fig.* L) ; à la loupe on constate que les colonnettes portent souvent plusieurs apothécies à leur sommet (*fig.* N) ; ces dernières sont relativement peu profondes (*fig.* O). Les ascospores sont nettement ellipsoïdes et brunes à surface lisse (*fig.* P).

A la base des apothécies on trouve les pycnides pyriformes (*fig.* M), déjà signalées par Fitzpatrick. Le mycélium présente dans l'écorce la disposition indiquée à la figure D.

b) ***Caliciopsis Tiliæ*** nob.

Syn. — *C. Ellisii* Sacc. var. *Tiliæ* Arnaud (1912, p. 13).

Ech. dessiné (pl. II, *fig.* A à K) « *Caliciopsis Tiliae* Arn. sur écorce du tronc de *Tilia silvestris*. Ecole d'Agriculture de Montpellier (Hérault), 15 février 1907, et 17 sept. 1913 ». (Herb. G. A.)

Ce champignon se trouvait sur les bords d'une vaste altération longitudinale du tronc, analogue à un « coup de soleil » et sur laquelle se trouvaient divers champignons. Le *Caliciopsis* a été trouvé sur ce même arbre

Fig. 8. — *Caliciopsis Tiliae* Arn. — *a*. Fragment d'écorce, avec fructifications du ch — *b*. Fructifications vues à la loupe. — *c*. Apothécies et pycnides (*py*). — *d*. et *e*. Coupes longitudinales de deux apothécies. — *f*. Coupe longitudinale de la paroi de l'apothécie. — *g*. Coupe de la paroi des pycnides. — *h*. Jeunes asques. — *i*. Asques et ascospores. — *j*. Ascospores jeunes. — *k*. ascospores mûres.

chaque fois qu'il a été recherché de 1907 à 1913, et il s'y développait vraisemblablement de façon constante ; il était probablement parasite sur le bourrelet cicatriciel de la plaie, mais son mode de vie n'a pas été étudié.

Les fructifications ressemblent à celles du champignon précédent, mais les apothécies sont un peu plus profondes, les ascospores plus grosses et les pycnides plus allongées.

Diagnoses : « Apothécies noires, dressées, cylindriques ayant (avec le pédicelle) environ 2 millimètres de haut, partie sporifère à peine renflée de 500 µ de haut sur 200 µ de large ; asques diffluents bien avant maturité des ascospores ; ascospores ellipsoïdes, brunes, lisses de 9 à 10µ × 4 à 6 µ.

Pycnides presque sessiles, noires, fusoïdes-pyriformes, de 200 × 300 µ, stylospores incolores, unicellulaires, bacillaires de 3 × 0,5 µ naissant sur des stérigmates toruloïdes peu différents des cellules ordinaires de la paroi et mélangés de filaments cylindriques stériles »

c) ***Caliciopsis calicioides*** (Fries) Fitzpatrick, 1920.

Syn. — D'après Fitzpatrick (1920, p. 220) :

— ? *Sporocybe calicioides* Fries, *Syst. mycol.*, III, p. 340-342 (1832) ;

— *Hypsotheca calicioides* Ellis et Everhart, *Journ. mycol.*, I, p. 129, 1885.

— *Caliciopsis Ellisii* Saccardo; *Syll. fung.*, VIII, p. 833-834 (1889) ;

— *Hypsotheca calicioides* (Fr.) car *caespitosa* Ellis.

Le *Sporocybe calicioides* a été décrit d'abord sur tronc de Hêtre (*Fagus*) en Europe.

Syn. exclus. — *Sporocybe calicioides* Fries in Ferraris (*Hyphales*, p. 181) ; Ferraris donne à l'espèce de Fries les synonymes suivants :

— ? *Calycium haustellare* Achar. ;

— *Stilbum nigrum* Schrad.

L'échantillon italien a été récolté sur écorce de *Juniperus*,, dans la vallée d'Aoste, par Huguen et publié par Colla (1837) ; Ferraris pense que le champignon est probablement la forme conidienne du *Caliciopsis Ellisii*. Le *Sporocybe calicioides* a été signalé aussi dans la Caroline du Sud (E.-U.), sur écorce de Peuplier.

Ech. dessiné (pl. IV). « Ravenel, f. carol. exsicc. — n° 83 — *Sporocybe calicioides*, in rimis cortici Populi. » (Herb. Museum.)

Cet échantillon est vraisemblablement de la même récolte que le type d'Ellis et Everhart et que celui de Ravenel (Fungi Caroliniani I, n° 83, récoltés par Suksdorf, n° 256) dans le Territoire (actuellement Etat du Washington) sur écorce de peuplier (*Populus*) ; Fitzpatrick le suppose saprophyte.

Dans cette espèce le pédicelle est plus court et la partie sporifère beaucoup plus allongée que dans les précédentes (*fig.* A, B, C, D) ; les ascospores sont ellipsoïdes, brunes, lisses, de dimensions intermédiaires entre *C. pinea* et *C. Tiliae*.

Nous n'avons pas observé les pycnides décrites par Fitzpatrick

2° Genre **SORICA** Giesenhagen, 1904a

(cfr. Fitzpatrick, 1920, p. 227).

Type. — *Sorica maxima* (Berk. et Curt.) Gies. 1904 *b*.

Syn. — g. *Capnodium* : s. g. *Capnodiella* Saccardo *Syll. fung.*, I, 1882, p. 74 ; g. *Capnodiella* Sacc. *Syll. fung*, XVII, p. 621, 1905.

Car. — Le genre est très voisin du précédent ; les caractères différentiels ont été déjà indiqués ; les *Sorica* sont des *Caliciopsis* à ascopores globuleuses.

Espèces. — Le genre comprend deux espèces :
— *Sorica maxima* (Berk et Curt.) Giesenhagen ;
— *Sorica clavata* (Lév.) nob. n. sp.

a) ***Sorica maxima*** (Berk. et Curt.) Giesenhagen, 1904 b

(cfr. Pat. et Gaillard, 1888, p. 106 ; Fitzpatrick, 1920, p. 229).

Syn. — *Capnodium maximum* Berkeley et Curtiss. *Journ. Linn. Soc. Bot.*, X, p. 391, 1869.
— *Sorica Dusenii* Giesenhagen (1904 *a*),
— *Capnodiella maxima* (Berk. et Curt.) Saccardo *Syll. fung* XVII, p. 621, 1904.
— *Corynellia pteridicola* Stevens, *Illinois Acad. Sci. Trans.* X, p. 179-181, fig. 6, 1917).

Ech. dessiné. — (Pl. V) échantillon co-type de l'espèce : « *Capnodium maximum* B. et C. Fungi cubenses Wrightiani N° 876 ; coll. C. Wright » (Herb. Muséum). Ce remarquable champignon, connu depuis longtemps a été fréquemment récolté ; il se développe en parasite sur les feuilles vivantes des fougères (*Polypodium*, espèces diverses) dans les régions tropicales humides de l'Amérique (Cuba, Porto-Rico, Saint-Domingue, Brésil, Equateur, Vénézuela, etc.).

Ce champignon attaque souvent les sores de la fougère et ses apothécies se dressent au milieu des sporanges (*fig.* B, C), mais elles peuvent exister aussi sur les parties stériles de la feuille d'après Patouillard et Gaillard (1888, p. 106).

Le mycélium se développe à l'intérieur des tissus sous forme de masses compactes, incolores ; mais à l'extérieur il se constitue un stroma noirâtre (*fig.* C, D).

Les apothécies ont une cavité très profonde. Le champignon présente

un curieux phénomène de prolifération dont Fitzpatrick a fait la caractéristique du genre, mais il n'est pas suffisamment général pour être adopté ; parfois une apothécie prolifère sur les bords de son ouverture et s'allonge en une deuxième apothécie surmontant la première (*fig.* B). Il y a parfois aussi plusieurs renflements sur une même apothécie.

Hennings (1901, p. 140) a décrit diverses proliférations chez les Pezizes mais elles s'éloignent notablement de celle du *Sorica*.

Les ascospores sont typiquement globuleuses, parfois déformées par pression mutuelle (*fig.* I, J). Giesenhagen (1904 *a*) et Fitzpatrick (1920, p. 230) ont décrit des pycnides que nous n'avons pas observées, elles ressemblent à celles du *Caliciopsis Tiliae*. Le premier auteur et Patouillard ont indiqué aussi des formes conidiennes (*fig.* 9).

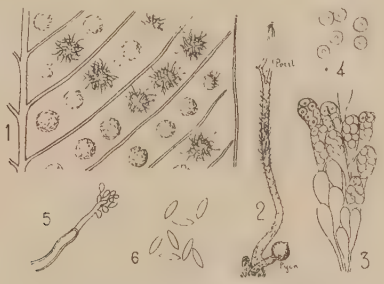


Fig. 9. — *Sorica maxima* (B. et B.) Gies, d'après Giesenhagen (1904 *a*). — 1. Portion de feuille, gr. nat. — 2. Périthèce et pycnide, gr. 17. — 3. Groupe d'asques, gr. 300. — 4. Ascospores, gr. 300. — 5. Conidiophores, gr. 310. — 6. Stylospores des pycnides, gr. 300.

b) ***Sorica clavata*** (Lév.) nob., nov. sp.

Syn. — *Sphaeronema clavatum* Lév., 1846, N° 400,
— *Corynelia clavata* Mont. in Herb., nec Sacc.
— **Syn. exclus.**— *Corynelia clavata* (L.) Sacc. qui est *C. urerata* Fries.

Ech. dessiné. — Ech. type de Léveillé : « Herb. Mus. Paris. *Sphaeronema clavatum* Lév. — *Corynelia clavata* Mont. Herbier du Chili austral envoyé par M. Gay ; 3e envoi ». (Herb. Muséum.)

L'étiquette est de la main de Montagne.

Le champignon forme sur les feuilles coriaces d'une plante de petites tumeurs (*fig.* A) sur lesquelles on trouve des apothécies de forme analogue à celle des *Caliciopsis* et *Sorica* ; les pédicelles sont relativement courts.

Diagnose. — « Apothécies noires dressées, droites ou contournées, de 600 à 900 μ de long au total (pédicelle compris), sur 200 μ de large (partie

fertile), pédicelle court occupant la moitié ou un peu plus de l'ensemble ; partie sporifère un peu plus courte. Ascospores brunes et lisses, globuleuses, souvent déformées par dessication, de 6 à 7 μ. Formant des tumeurs presque globuleuses de 3 à 4 millimètres de diamètre sur les feuilles coriaces, dans le Chili austral. »

D'après Léveillé (1846, N° 400) le champignon se développe sur des galles des feuilles et des rameaux du *Drymis chilensis* Cl. Gay ; Léveillé compare cette espèce au *Stilbum nibrum* (voir : *Lagenula nigra*) ; les apo-

Fig. 10. — *Sorica clavata* (Lév.) *nob.* — A. Feuilles portant le ch. à la face inférieure (à droite), gr. nat. —B.Groupe d'apothécies, gr. 10. — C. Coupe d'une tumeur, gr. 10. — D. Deux apothécies, gr. 50. — E. Coupe longitudinale d'une apothécie, gr. 50. — F. Ascospores, gr. 1.000.

thécies auraient jusqu'à 2 ou 3 millimètres de long ; celles que nous avons observées étaient notablement plus courtes ; Montagne (*in* herb) avait rapporté assez justement l'espèce au g. *Corynelia*.

Fitzpatrick (1920, p. 245) indique que l'échantillon de Léveillé a été revu par de Jaczewski (1898) qui y a trouvé deux formes de fructifications :

des pycnides dont il a fait l'*Aposphaeria clavatum* Jacz. et la forme à asques désignée dans l'herbier sous le nom de *Corynelia clavata* Mont. et que Jaczeweski rapporte au genre *Caliciopsis*. Fitzpatrick suppose, sans avoir vu l'échantillon, qu'il s'agit de *Corynelia tropica* sur *Podocarpus* ; mais la figure 10 montre que cette hypothèse est inexacte. L'*Aposphaeria* représente peut-être les pycnides du *Sorica*, mais nous ne les avons pas observées.

3) Genre **LAGENULA** nob, n. gen.

Etym. — de λαγηνος (*lagenos*), carafe ou bouteille.

Type. — *Lagenula nigra* (Schleicher) nob.

Car. — « *Apothécies* sessiles en forme de bouteilles ou de carafes, avec une partie ascigère gonflée, surmontée d'un col étroit dont l'ouverture est élargie, non lobée. Ascospores unicellulaires, brunes, globuleuses ».

Le genre se distingue des *Caliciopsis* et *Sorica* par la forme générale des apothécies, et l'absence de pédicelle, du genre *Tripospora* par les spores globuleuses :

Espèces :

a — *Lagenula nigra* (Schleich.) *nob.* (syn. *C. juniperina*) sur Cupressinées (*Juniperus* et *Cupressus*) ;

b — *Lagenula fructicola* (Pat.) *nob.*, sur Myrsinacée ;

c — ? *Lagenula arrhiza* (Pat.) *nob.*, sur Dicotylédone ? indéterminée.

a) ***Lagenula nigra*** (Schleicher) nob.

Syn. — *Stilbum nigrum* Schrader in Schleicher Catalogue (cfr de Candolle, *flore franc.* 3 éd., II, 1805, p. 593 ; — et *Synopsis plant.* p. 15 ; — Persoon, Mycologia europaea I, 1822, p. 349 ; — Chevalier. Flore gén. env. Paris I, p. 75 ; — Duby II, p. 913 ; Secretan, 1833, p. 517.

De Candolle et Chevalier rapportent l'espèce à Schrader (in Schleicher) et Secretan dit simplement : Schleicher ;

— *Ceratostoma juniperinum* Ellis et Everhart (*Proc. Phil.* 1890, p. 226 ; — cfr Sacc. *Syll.* IX, p. 481).

— *Ceratostoma stromaticum* Delacroix 1891, p. 105.

— *Corynelia juniperina* (E. et E.) Arnaud (in Hariot 1915).

Secretan avait reçu de Schleicher le champignon du Genévrier ; il avait observé l'ouverture du sommet et pensait qu'il appartenait peut-être au genre *Cenangium* ; Secretan rattache l'espèce au *Sphaeria cylindrica* Tode qui paraît différent. La description de Secretan ne laisse pas de doute sur l'identité du *Stilbum nigrum* avec le *Cerastostoma juniperinum*.

Ech. dessinés. (fig. 11. A, C, D et Pl. VI, fig. A à H) : « *Ceratostoma juniperinum* Ellis et Ev., sur *Juniperus communis* ; forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne), avril 1913, leg. P. Hariot » ; (fig. 11 B) : « *Ceratostoma stromaticum* G. Delacr.

Ech. étudié. — « *Ceratostoma stromaticum* Delacr. ; sur *Juniperus* ; — Forêt de Fontainebleau, Mai 1892. » (Herb. SPVP.)

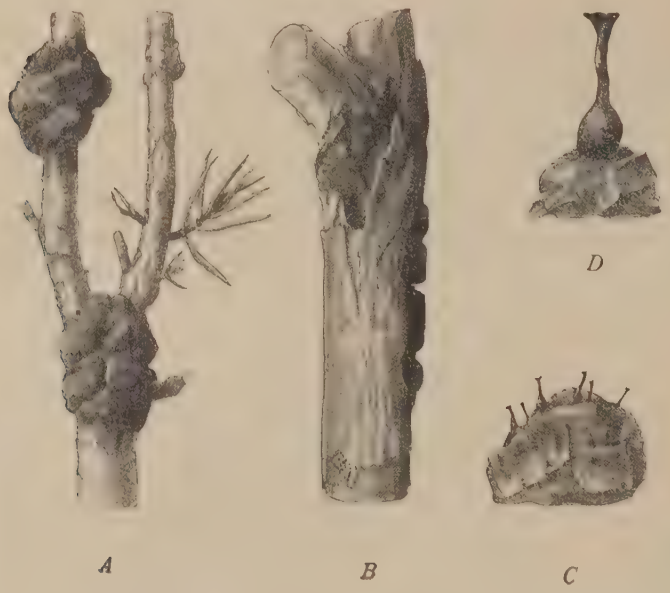


Fig. 11. — *Lagenula nigra* (Schl.) *nob.* — A. et B., Tumeurs sur rameaux de genévrier (*Juniperus communis*). — C. Partie de tumeur vue à la loupe, gr. 10. — D. Une apothécie, grossie.

Cette espèce se développe en Europe : Suisse, France, Italie, Yougoslavie (Dalmatie), Afrique orientale (Abyssinie) et aux Etats-Unis sur les Genévriers (*Juniperus communis, J. virginiana, J. procera, J. phœnicea, J. macrocarpa,* et, d'après certains auteurs, sur Cyprès (*Cupressus horizontalis*).

Elle forme sur les rameaux des tumeurs irrégulières ayant deux ou trois centimètres de diamètre (fig. 11 A et B et Pl. VI, fig. A).

Le *Ceratostoma stromaticum* est identique mais les échantillons types présentent des tumeurs moins saillantes (fig. 11 B).

Cavara (1898) avait attribué la formation des tumeurs à des bactéries,

mais Baccarini (1904) les rapporte au *Ceratostoma*, et Severini (1910) a confirmé l'opinion de Baccarini, il considère que le champignon est un parasite de blessure amenant la formation de tumeurs.

Ces tumeurs ont quelque ressemblance avec celle du Pin d'Alep *Pinus halepensis*) que l'on considère comme d'origine bactérienne. Elles sont analogues également aux galles produites par les *Gymnosporangium* sur le Genévrier de Virginie, mais ces dernières ont une surface plus régulière. Dans les anfractuosités des tumeurs dues au *Lagenula* (fig. A à D) on trouve les apothécies en forme de petites bouteilles noires, à goulot évasé fig. H et Pl. VI, E et F). Les ascospores sont à peu près globuleuses, un peu déformées.

b) ***Lagenula fructicola*** (Pat.) nob.

(cfr. Fitzpatrick 1920, p. 240 ; Doidge 1923.)

Syn. — *Capnodium fructicolum* Patouillard (Fragm. myc. suite (*Journ. de Bot. III*, 1889, p. 258-259) ;

— *Corynelia fructicola* (Pat.) v. Höhnel (Fragm. z. Myk, XIII, 1911, p. 450 ;

— *Corynelia carpophila* Sydow (*Botanische Jahrbucher* von Engler XLV, 1910, p. 264).

Ech. dessiné : (Pl. V fig. I à N) type de Patouillard : « *Capnodium fructicolum* Pat. sur fruit de *Myrsine* sp. ; — Yun-nan » (Herb. Muséum)

Le champignon a été signalé comme parasite sur deux genres voisins (*Myrsine* et *Rapanea*) de la famille des Myrsinacées, en Chine, dans l'Inde et le Sud-Afrique (Transvaal et province du Cap). Le parasite se développe sur les fruits à la surface desquels il forme des fructifications nombreuses analogues à celle du *L. nigra*, mais les ascospores sont beaucoup plus grosses.

c) ***Lagenula arrhiza*** (Pat. et Gaill.) nob.

Syn. — *Capnodium arrhizum* Patouillard et Gaillard (Ch. Vénézuela 1889, p. 167).

Ech. dessiné (Pl. VI, fig. A à F), type de Pat. et Gail. : « *Capnodium arrhizum* Pat. et Gaill. ; — sur feuilles coriaces ; San Fernando de Ataboyo ; — Champ. du Haut-Orenoque N° 260 » (Herb. Muséum) l'hôte est probablement une Dicotylédone.

Ce champignon est très remarquable, il paraît bien être un *Lagenula*, mais on ne connaît pas encore les ascospores mûres, l'espèce est très spéciale par le col des apothécies très long et mince (fig. A, B, C, D).

4°) Genre **TRISPORA** Saccardo
(in Berl. et Vogl. add. Syll. fung. 1886 p. 194 ; — cfr. Fitzpatrick 1920, p. 232.)

Type. — *Tripospora tripos* (Cooke) Lindau, sur *Podocarpus*.

Syn. — *Tripocorynelia* O. Kunte a changé inutilement le nom à cause de l'existence du genre quasi homonyme *Triposporium* Corda.

Le *Tripospora* est remarquable par ses ascospores présentant quatre lobes rayonnants comme les branches d'une chausse-trappe, mais plus épais ; d'après Fitzpatrick (1920, p. 234) les ascopores ne sont pas cloisonnées, mais seulement déformées en étoile à quatre branches.

Les apothécies mûres ont à peu près la forme de celles du *Lagenula nigra*.

Une seule espèce.

a) ***Tripospora tripos*** (Cooke) Lindau, 1897, p. 413.

Syn. — *Corynelia tripos* Cooke, 1879, p. 34 ;
— *Tripospora Cookei* Saccardo, 1886, p. 194.

Ech. dessiné (Pl. VII, fig. G à O) « *Tripospora Cookei* Sacc., *Corynelia tripos* Cooke ; ad folia *Podocarpi elongati* ; Caput Bonae-spei ; — legt Mac Owan ; — Rabh. f. Europ. n° 3150 ».

L'échantillon étudié ne présentait que des apothécies incomplètement mûres ; d'après Fitzpatrick, le col s'allonge un peu et s'ouvre à l'extrémité par une embouchure évasée. Les apothécies sont réunies à plusieurs sur un stroma basilaire qui contient aussi des pycnides irrégulières, aplaties parallèlement à la surface et formant des stylospores fusoïdes-bacillaires, incolores, non cloisonnées de 5×1 µ.

Les *Podocarpus* portent aussi diverses espèces de *Corynelia* (voir plus loin).

5°) Genre **CORYNELIA** Acharius
(in Fries *Syst. Mycol.* II, p. 535, 1822 ; — cfr. Fitzpatrick, 1920, p. 239).

Syn. — *Corynelia* Fries in *auct div.* (Fitzpatrick, 1920, p. 239, etc.).
— *Endohormidium* Auersw. et Rab., 1869 (in *Hedwigia*, 1869, p. 89); Saccardo (Syll. III, 1884, place le g. dans les *Trullula* (Mélanconiées).

Type. — *Corynelia uberata* Acharius (syn. *C. clavata* [L.] Sacc.).

Car. — Le genre *Corynelia* peut être considéré comme le type le plus évolué des Corynéliacées. Si le col est peu allongé, son extrémité est divisée en deux ou plusieurs valves et la cavité sporifère présente deux divisions séparées par un étranglement comme un « sablier », une partie inférieure où se trouve les jeunes asques et une partie supérieure dans laquelle se ramassent les ascospores plus ou moins libérées. Ces ascopores sont globuleuses, brunes, et finalement échinulées. Fitzpatrick (l. cit.) indique des pycnides placées à la base des périthèces.

Espèces. — Fitzpatrick place dans le genre 9 espèces dont nous excluons les deux premières ; les autres peuvent être groupées en deux sous-genres :

α. s.-g. *Eu-Corynelia* — Apothécies s'ouvrant, comme une gueule, en deux lèvres non apparentes avant déhiscence : *C. tropica* (A. et R.) Starbäck, *C. uberata* Achard, *C. nipponensis* Fitzpatrick, *C. brasiliensis* Fitzpatrick ;

β. s.-g. *Alboffia* — Apothécies à sommet divisé en plusieurs lobes, même avant l'ouverture : *C. oreophila* (Speg.) Starbäck, *C. portoricensis* Fitzp., *C. jamaicensis* Fitzpatrick. Toutes ces espèces viennent sur des *Podocarpus*, en Afrique et en Amérique. Nous n'avons étudié qu'une espèce de chaque sous-genre

a) ***Corynelia uberata*** Acharius

(in Fries *Syst. myc.* II p. 535, 1822 ; — cfr Fitzpatrick 1920, p 247.)

Syn. — (d'après Fitzpatrick) :

— *Mucor clavatus L.* f., Species plantarum, Suppl. 453, 1781) ;

— *Calicium helopherum* Acvarius 1798 (sub nom. *Lichen helopherus*) ;

— *Sphaeria turbinata* Persoon Syn. method. Fung. 95, 1801 ;

— *Corynelia uberata* Acharius, in Fries Obs. Mycol. II, p. 343-344, pl. 8, fig. *a-e*, 1818.

— *Corynelia clavata* (L) Sacc.

— *Corynelia uberiformis* Fr. in Berkeley Decades f. XLIX-L, p. 4 (lapsus calami?).

Acharius (1798) place le *Calicium helopherum* (*Lichen helopherus*) à part des autres espèces de *Calicium* et dans un travail ultérieur (1803), il l'exclut des lichens et l'identifie au *Sphaeria turbinata* de Persoon (Syn. meth. fung. p. 93).

Ech. dessiné. — 1° (pl. VIII, fig. H, I) : « Rabenhorst. F. europei. — N° 3149, *Corynelia uberata* Fr. ; — ad folia *Podocarpi elongati* Caput Bonae-Spei ; — leg. Mac Owan ».

L'échantillon ne présentait que des apothécies non mûres ; mais d'après Fitzpatrick, il correspond bien à l'espèce.

— II° (Pl. IX, fig. F, G, H) : « *Corynelia uberata* Fr. Museum neocaledoniae N° 738, donné par Pauchier 1870; — Nelle Calédonie » (Herb. Muséum).

Comme le précédent cet échantillon ne porte que des apothécies incomplètement mûres.

Le *C. uberata* a été signalé dans diverses parties du monde (Afrique, Japon, Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie, Iles Philippines), toujours sur *Podocarpus*.

Le mycélium remplit les cellules d'amas stromatiques bruns ; à la périphérie des tissus attaqués on trouve un mycélium incolore, mais relativement compact et toruleux (fig. I).

b) ***Corynelia (Alboffia) oreophila*** (Speg.) Starbäck 1905
cfr. Firtzpatrick 1920, p. 254.)

Syn. — *Alboffia oreophila* Speggazzini ;
— *Corynelia clavata* (L.) Sacc. pro parte (voir aussi *C. uberata*).

Ech. dessiné. (Pl. VIII, fig. A à G.) :
« *Corynelia clavata* (L.) Sacc. ; sur *Podocarpus Lambertii ;* Itabira do Campo (Minas) av. 92 ; — E. Ule ».

Cet échantillon est évidemment le même que celui attribué au collecteur E. Ule et indiqué par Fitzpatrick comme récolté au Brésil ; ce dernier auteur a identifié l'échantillon au type de Starbäck ; celui de Speggazzini a été égaré.

L'espèce a été signalée au Brésil, au Chili, en Colombie, en Bolivie et à Costa-Rica, sur *Podocarpus Lamberti, P. Sellowii, P. angustifolia, P. macrostachys.*

Sur l'échantillon dessiné, les apothécies sont réunies en groupe sur un stroma basilaire (fig. A) elles sont courtes, le sommet est extérieurement divisé en trois ou quatre lobes très marqués (fig. B) ; en coupe longitudinale, on constate que la cavité est nettement divisée en deux parties par un étranglement qui ne laisse qu'un canal étroit ; la loge basilaire contient des asques jeunes et la loge supérieure des ascospores brunes englobées dans la matière gélatineuse résultant de la gélification des asques

On peut considérer cette disposition comme la disposition la plus

parfaite pour mettre l'hyménium à l'abri des conditions extérieures, ce que réalisait plus ou moins bien chez les autres espèces l'approfondissement de l'apothécie.

La loge supérieure du *C. oreophila* correspond, semble-t-il à une exagération du léger élargissement du canal que l'on rencontre chez d'autres espèces vers la partie supérieure du col (*Lagenula arrhiza*, pl. VII fig. D ; *L. nigra* et *L. fructicola*, pl. VI, fig. F et L ; *Caliciopsis calicioides*, pl. IV, fig. D, etc.).

6° ? GENRE CORYNELIELLA Hariot et Karsten 1890

(cfr. Fitzpatrick 1920, p. 263.)

Type. — *C. consimilis* Hariot et Karsten.

Car. — La place de ce genre dans la systématique est indécise. L'échantillon type de l'espèce unique, que nous avons étudié en 1916, correspond à la description donnée ultérieurement par Fitzpatrick, ce dernier considère comme très douteux que l'espèce appartienne aux Corynéliacées.

Dans tous les cas le champignon se distingue des genres précédents de Corynéliacées par ses ascospores pourvues de trois cloisons ; elle s'en rapproche cependant par la présence dans chaque cellule d'une partie réfringente qui donne un aspect assez caractéristique à beaucoup de spores jeunes de Caliciacées.

a) ***Coryneliella consimilis*** Hariot et Kartsen

Ech. dessiné. — (Pl. IX) : Echantillon type « *Coryneliella consimilis* ; Ile Maurice, — Daruty, in herb. Weddel ; — Oct. 1873, N° 131 » (Herb. Muséum).

A la surface des échantillons se trouve une couche spéciale, peut-être lichénique? ; les conceptacles sont enfoncés dans les fentes du liège superficiel ; ils ont une paroi noire, carbonacée, friable et il est difficile d'y faire des coupes ; quand nous les avons observées les cols étaient très courts, sortant à peine du substratum.

Les asques sont en bon état, ils présentent des caractères analogues à ceux de Caliciacées, c'est-à-dire qu'ils gélifient assez rapidement leurs parois ; les paraphyses sont plus persistantes ; les ascospores tricellulaires et brunes, deviennent presque opaques à maturité complète (fig. D).

Bibliographie

(4. — Corynéliées)

1798. Acharius (Erik). — Lichenographiae suecicae Prodromus, Lincopiae, 1798, p. 86. (*Lichen helopherus.*)

1801. Persoon (C. H.). — Synopsis Methodica fungorum, 1801, p. 93.

1803. Acharius (Erik). — Methodus qua omnes detectos Lichenes Stockholmiæ, 1803, p. 87. Lichen helopherus.

1805. Lamark. — Flore française, 3e éd., par De Candolle, Tome II (Paris, an XIII, 1805), p. 593, N° 188**. — *Stilbum nigrum* Schrad. ex Schleich.

1822. Persoon. — *Mycologia europaea*, I (1822), p. 349; sub. *Stilbum nigrum*, d'après D. C.

1823. Fries (E.). — Systema mycologicum, II, Sect. II, 1823, p. 534, g. *Corynelia.*

1826. Chevallier. — Flore générale des environs de Paris, Tome I, 1826, p. 75, sub. nom. *Stilbum nigrum* Schrad.

1830. Duby (J. E.). — Botanicum gallicum, pars secunda, Paris (1830), p. 913; sub. nom. *Stilbum nigrum* Schrad. ex Schleich.

1832. Fries (E.). — Systema mycologicum, vol. III, sect. posterior (1832), p. 302, sub. nom. *Stilbum nigrum* Schrad. (en note à propos de *Stilbum rigidum* Pers. et p. 307, *in Obs.*, p. 342, sub. nom. *Stilbum nigrum* Schrad. comme espèce affine (mais non assimilée) au *Sporocybe calicioides* Fries.

1833. Secretan (L.). — Mycographie suisse ou description des champignons qui croissent en Suisse, Tome III (1833), p. 517; sub. nom. *Sphaeronema cylindricum* Tode.

1837. Colla (L.). — *Herbarium Pedemontanum*, 1837, Vol. VII (d'après Ferraris, l. cit.).

1846. Léveillé (J. H.). — Description des champignons de l'herbier du Muséum de Paris, suite. (*Ann. Sc. natur. Bot.*, 3e série, tome V, 1846, p. 249-304). — *Lagenula nigra*, p. 280, N° 400, sub. nom. *Stilbum nigrum*, à propos de *Sphaeronema clavatum* Lév. (*Sorica clavata.*)

1880. Peck (Ch.). — Report of the Botanist. (*Ann. Rept. N. Y. State Mus. Nat. Hist.*, XXXIII, p. 32, pl. 2, fig. 11-15, 1880.)

1884. Cooke (M. C.). — Synopsis Pyrenomycetum, suite (*Grevillea*, XII, p. 113 et XIII, p. 8).

1884. Winter (G.). — Ueber die Gattung Corynelia. (*Ber. d. deutsch bot. Gesellsch.*, II, p. 120-123, fig. 1-8, 1884.)

1887. Patouillard (N.). — Champignons de la Nouvelle-Calédonie. (*Bull. Soc. Myc. de France*, III, 1887, p. 168-178). *Corynelia uberata.*

1887 *a*. Ellis (J. B.) and Everhart (B. M.). — Synopsis of the North American Hypocreaceae, suite. (*Journ. of Mycology*, II, 1887, p. 1.)

1887 *b*. Ellis (J. B.) and Everhart (B. M.). — Addition to Hypocreaceae. (*Journ. of. Mycology*, III, 1887, p. 113.)

1888. Patouillard (N.) et Gaillard (A.). — Champignons du Venezuela et principalement de la région du Haut-Orénoque récoltés en 1887 par M. Gaillard. (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, IV, 1888, p. 105.)

1889. Patouillard (N.). — Fragments mycologiques, suite. (*Journ. de Botanique*, III, 1889, p. 258-259.)

1890-1898. Ellis (J. B.) and Everhart. — North American Pyrenomycètes, 1898, p. 192; et *Proc. Acad. nat. Sc. Philadelph.*, 1890, p. 226.

1891. Delacroix (G.). — Espèces nouvelles de champignons inférieurs. (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, Tome VII, 1891, p. 104-111, pl. VII-VIII, p. 105); sub. nom. *Ceratostoma stromaticum.*

1897. Hennings (P.). — Beiträge zur Pilzflora Südamerikas, II. (*Hedwigia*, 1897, p. 190 à 246, pl. V), p. 230-231.

1897. Lindau (G.). — Corynelіaceae (in Engler et Prantl, Die naturl. Pflanzenfam., I1, p. 411-413, fig. 261, 1897.)

1898. Spegazzini (C.). — Fungi argentini novi v. critici. (*Ann. Mus. Nac., Buenos Aires.* VI, p. 295-296, 1898.)

1898. Jaczewski (A. de). — Monographie du genre Sphaeronema Fries. (*Nouveau mémoire Soc. imp. Nat. Moscou*, XV, p. 353, pl. I, fig. 25, 1898.)
1898. Cavara (F.). — Tumori di natura microbica nel Juniperus phoenicae. (*Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1898, N° 8, p. 241-250.)
1900. Bresadola (G.). et Cavara (F.). — Manipolo di funghi di Terracina Firenze. (*Nov. Giornale di Botanica Ital.*, nov. ser., vol. VII, 1900, p. 311-315.)
1901. Hennings (P.). — Ueber Pilzabormitäten. (*Hedwigia*, 1901, p. 136.)
1904. Bacarini (P.). — Sul Ceratostoma juniperinum Ell. et Ever. (*Nuovo Giornale di Botanica Ital.*, nov. ser., vol. XI, fasc. I, p. 49-52.)
1904 *a*. Giesenhagen (K.). — Sorica Duscnii, n. g. und n. sp., ein im farnsorus lebender Askomycet. (*Ber. deut. Bot. Gesell.*, XXII, p. 191-196, pl. 13, 1904.
1904 *b*. Giesenhagen (K.). — Capnodium maximum B. et C. (*Ber. deut. Bot. Gesell.*, XXII, p. 355-358, 1904.)
1904. Saccardo (P. A.). — Notae mycologicae, series IV. (*Ann. myc.*, II [1904], p. 11 à 19) ; p. 15, N° 22, sub. nom. *Ceratostoma juniperinum*.
1905. Starbäck (K.). — Ascomyceten der schwedischen Chaco-Cordilleren Expedition. (*Arkiw. för Botanik*, V, p. 18-20, pl. I, fig. 13-14, 1905.)
1906. Traverso (J. B.). — Pyrenomycetae. (*Flora italica cryptogama*, Pars. I, fungi, vol. II, fasc. 1, 1906, p. 336 et fig. 60[1-] ; sub. nom. *Cerastostoma juniperinum* Ell. et Ev.
1910. Ferraris (T.). — Hyphales. (*Flora italica cryptogama* Pars. I, Fungi, p. 181 ; sub. nom. *Sporocybe calycioides* Fries.
1910. Höhnel (F. v.). — Fragmente zur Mykologie, XIII, p. 53, N° 695. (*Sitz. Acad. Wiessen. Wien.*, Bd. CXX, Abt. I, 1910, p. 379-484.)
1910. Saccardo (P. A.). — Notae mycologicae, series XII. (*Ann. Mycologici*, VIII, 1910, p. 333-347) ; p. 337, n° 29, sub. nom. *Ceratostoma juniperinum* Ell. et Ev.
1910. Severini (G.). — Sulla formazioni tuberculari nello Juniperus communis. (*Annali di Botanica*, VIII, 1910, p. 253-262.) a. *Bull. Soc. Myc.*, XXVII, 1911, p. 115.
1912. Arnaud (G.). — Contribution à l'étude des fumagines, 3e partie. (*Ann. Ecole Nat Agric., Montpellier*, nouvelle série, tome XII (1912-1913.)
1913. Neger (F. W.). — Die Zweigtuberculose der italienische Cypress. (*Mycologiche Centrallblatt*, Bd., II, 1913, p. 129.)
1915. Hariot (P.). — Les tubercules du genévrier. (*Bull. Soc. Path. Vég. de France*, II, 1915, p. 8, 1 fig.)
1916. Joap (O.). — Beitrage zur Kenntniss der Pilze Dalmatiens. (*Ann. mycologici*, XIV, 1916, p. 1.)
1920. Fitzpatrick (H. M.). — Monograph of the Coryneliaceae. (*Mycologia*, XII, N° 4 ; july 1920, p. 206-236, pl. 12 à 18, n° 5, september 1920, p. 239-267.)
1922. Thaxter (R.). — Reliquae Farlowianae. (*Mycologia*, XIV, 1922, p. 99, N° 460.) p. 103 : *Calicium Rhois* (B. et C.). Farlow (syn. *Stilbum Rhois* B. et C.).
1923. Doidge (E. M.). — South African Ascomycetes in the national herbarium, Part. II. (*Bothalia*, I, part. 4, 1923, p. 195-221, 9 fig.)

FORMES IMPARFAITES DES CALICIACÉES

Si les formes à asques des Caliciacées sont actuellement bien connues, on sait peu de choses sur les formes imparfaites : conidiennes ou pycnidiennes. Celles que l'on trouve en relations intimes avec les apothécies

n'ont pas reçu en général de noms spéciaux et celles qui se rencontrent séparément ne peuvent pas être rapportées avec certitude à la forme parfaite. Les conidiophores paraissent rares, mais les pycnides sont fréquentes chez les Corynéliées.

1° HYPHOMYCÈTES

Parmi les quelques cas où l'on a signalé des conidiophores on peut signaler :

1° *Coniocybe nivea* (syn. *Rœsleria pallida*), voir aux Coniocybées p. 242 ; 2° *Calicium përaffinis* Speg (f. puiggar. I, 1889, p. 239, N° 470), Spegazzini indique comme forme conidienne le *Stysanus calycium* Speg. — 3° *Lagenula nigra* (syn. *Ceratostoma juniperinum*) voir aux Corynéliées.— 4° *Sorica maxima* (B. et C.) Gies., voir p. 264 et fig. 9[5].

On peut ajouter que des formes à asques des Caliciées ont été placées autrefois dans les formes conidiennes :

Fig. 12.

Micropera spurium (Fries) v. Höhnel (forme pycnide de *Dermatea Prunastri* [Pers.] Fr.) ; sur rameaux de prunier (*Prunus domestica*). Pycnides dont deux en coupe longitudinale.

— *Sporocybe calicioides* Fries (= *Caliciopsis calicioides* (Fries) Fitz.),

— *Stilbum nigrum* Schl. (= *Lagenula nigra* (Schl.) Arn.), etc.

Cavara (1903) a décrit un curieux champignon, le *Riccoa aetnensis* Cav. formé d'un pédicelle terminé par une coupe à l'intérieur de laquelle se forment des conidies ; cet auteur se demande s'il ne s'agit pas d'une forme conidienne de Caliciée.

2° SPHÉROPSIDÉES

Les Sphéropsidées sont un peu mieux connues, elles n'ont été observées jusqu'ici que chez les Corynéliées. Il convient de signaler que celles qui ont été décrites ont des formes qui ne rappellent en rien celle des apothécies ;

Fig. 13. — *Pycnides sur tronc de Photinia serrulata.* — *a.* Fragment de bois, portant le ch. — *b.* Groupe de pycnides. — *c.* Coupe longitudinale d'une pycnide. — *d.* Stérigmates et stylospores. — *e.* Stylospores. — *f.* Stylospores grossies.

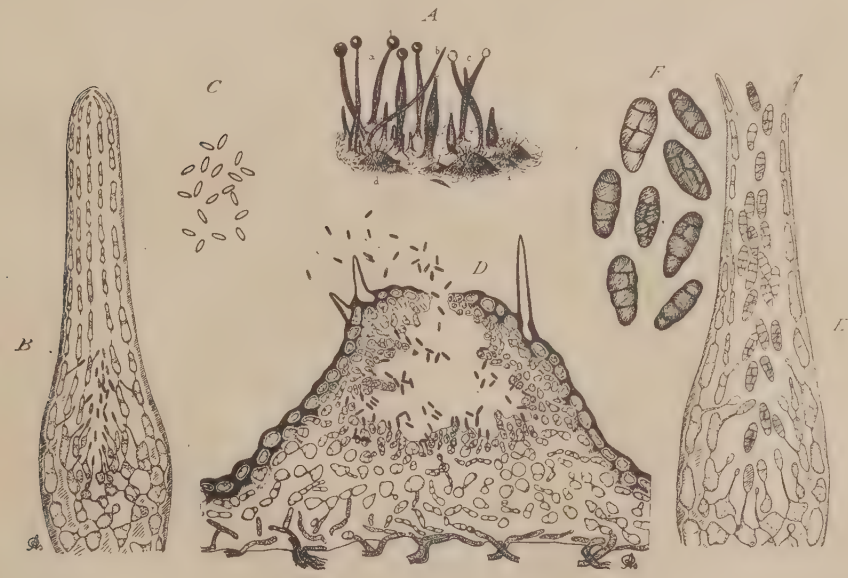


Fig. 14. — *Pycnides de fumagines* sur feuilles de mandarinier (*Citrus nobilis*). — A. Groupe de pycnides de divers types, avec globules terminaux de spores : noirs (pycnides), ou blancs (spermogonies). — B. Coupe longitudinale d'une spermogonie allongée. — C. Spermaties. — D. Coupe d'une spermogonie hémisphérique. — E. Coupe longitudinale d'une pycnide allongée. — F. Stylospores.

ce sont des conceptacles pyriformes, sessiles, ressemblant à des Sphéropsidées du type normal (*Phoma*, etc.), ou des cavités aplaties creuses dans des stroma rappelant certains *Phomopsis* ou des *Cytospora* ; mais toutes sont extérieures à l'hôte comme les apothécies elles-mêmes.

Par contre les fructifications pycnidiennes d'autres groupes de Discomycètes comme les Cénangiées (*Dermatea*), ont parfois des pycnides allongées presque cylindriques (g. *Micropera*, fig. 12) et simulent des apothécies de Corynéliées ; on peut du reste se demander si elles ne jouent pas un rôle analogue dans la dissémination du champignon, en présentant d'une manière continue, pendant plusieurs mois des spores prêtes à être dispersées. Lorsque l'on rencontre isolément des pycnides cylindriques, isolées des formes à asques, comme celles représentées dans la figure 13, il est difficile de dire à quel groupe de Discomycètes elles se relient.

Les Sphériacées peuvent présenter également des pycnides allongées, c'est le cas en particulier des champignons constituant les fumagines (fig. 14), mais dans ce cas l'allure générale est bien différente de celle des champignons précédents.

II. FAMILLE DES HEMISPHERIACEES Theissen

(Hemisphériales 1913 ; — Membranstructure Microthyr. 1913, p. 283 ; Hemisphériales, suppl. 1914, p. 73.)

Historique. — La famille des Hémisphériacées et l'ordre des Hémisphériales ont été créés en 1913 par Theissen pour grouper des éléments extraits des Microthyriales et qui lui paraissaient se distinguer de ce groupe par la disposition de la paroi supérieure de l'ascostroma. Cette paroi n'a pas une structure nettement radiaire : il y a de plus une différence d'allure sensible entre une Microthyriacée et une Hémisphériacée ; quoique la valeur de ces caractères ne soit pas encore bien déterminée, on peut admettre provisoirement une division des anciennes Microthyriacées en deux groupes.

Mais ensuite Theissen a cru devoir réunir les Microthyriacées et les Hémisphériacées dans un même ordre des Hémisphériales. Ce dernier nom n'est pas acceptable puisque cet ordre serait formé des éléments de l'ordre des Microthyriales, groupe d'abord démembré, puis reconstitué sous un autre nom. Si l'on décide de rapprocher les deux familles ce doit être sous le nom de Microthyriales ; mais en attendant une étude plus complète on peut cependant conserver l'ordre des Hémisphériales comme groupe parallèle aux Microthyriales, mais en n'y comprenant que les Hémisphériacées. Certains auteurs avaient signalé depuis longtemps des différences entre les Microthyriacées vraies et les champignons qui rentrent aujourd'hui dans les Hémisphériacées. Par exemple, v. Höhnel (*fragm. myk.* X. 1910, p. 15,

N° 470) a insisté sur ce point à propos du *Micropeltis applanata* Mont. ; il a même exclu ce champignon et d'autres du groupe des Microthyriacées pour le placer sur les Sphériacées. v. Höhnel ne s'appuyait pas seulement sur l'aspect de la paroi supérieure du conceptacle, mais encore sur la prétendue position de cet organe par rapport au mycélium ; sur ce dernier point les conceptions de v. Höhnel étaient erronées. Theissen (Membranstruct. Microthyr. 1912) a suivi jusqu'à un certain point l'opinion de v. Höhnel en excluant des Microthyriacées les Micropeltées et formes voisines, mais il n'a pas cru devoir les réunir aux Sphériacées et il a créé pour eux la famille des Hémisphériacées. Ce nom, qui correspond à une atténuation de l'idée de v. Höhnel, n'est pas très heureux, car les Hémisphériacées ne paraissent pas avoir d'affinités particulières avec les Sphériacées. Comme il a été dit Theissen (Hémisphériales 1913, p. 468) a créé ensuite l'ordre des Hémisphériales dans lequel il a réuni les Microthyriacées, les Trichopeltacées et les Hémisphériacées ; Theissen (Rev. Microthyrium u. Seynesia, 1912-13) a constitué les Hémisphériacées, surtout avec des espèces exclues des genres *Microthyrium*, *Seynesia*, etc. D'autres auteurs ont créé ultérieurement un certain nombre d'espèces nouvelles (Sydow, etc.). Nous ajouterons à ce court historique que les *Microsticta* de Desmazières paraissent être des Hémisphériacées stériles.

Nous n'avons pas la possibilité, ni l'intention de faire une étude complète du groupes des Hémisphériacées, mais nous décrirons les principaux genres pour servir de complément à ce qui a été dit des Microthyriacées dont les Hémisphériacées sont peut-être un type spécial, ou dans tous les cas, constituent un groupe parallèle.

L'ordre n'est constiué que par une seule famille.

Néotype. — g. *Micropeltis* Montagne emend. v. Höhnel.

Pour la bibliographie du groupe on peut consulter : Theissen et Sydow (Synopt. Tafeln 1918, p. 427) et les travaux ci-dessus de v. Höhnel et de Theissen.

Car. — Il est difficile de donner des caractères précis pour les Hémisphériacées ; ils ont une allure générale qui les distingue des Microthyriacées et c'est en les comparant à ce groupe que nous les décrirons ; elles se développent surtout dans les régions tropicales et les échantillons contenus dans les herbiers ont été récoltés le plus souvent sur des feuilles vivantes.

Le caractère le plus net est l'aspect de la face supérieure des fructifications : chez les Microthyriacées cette face est formée par des filaments placés côte à côte et rayonnant assez régulièrement autour du centre de formation (voir Astérinées I, 1918, pl. I, II, V à L) ; au contraire chez les Hémisphériacées les filaments, même quand ils partent d'un point central, sont ondulés

s'entrelacent souvent et ne présentent plus une disposition radiaire visible. La valeur de ce caractère est incertaine, il est difficile de savoir si cette disposition est essentielle ou si elle n'est qu'un effet des conditions du milieu ;il faut de plus considérer que les auteurs (Theissen en particulier) ont souvent confondu la couche mycélienne avec la paroi propre des conceptacles. Tandis que chez les Microthyriacées le mycélium externe forme, quand il existe, un réseau à grandes mailles laissant voir nettement la paroi des ascostroma qui se forment au-dessous, chez les Hémisphériacées, le plus souvent le mycélium forme un voile presque continu à la surface de la feuille, les conceptacles qui se forment au-dessus sont nécessairement recouverts par ce voile qui s'accolle à la paroi propre des fructifications dont il prend la couleur et dont il constitue la surface (ex. *Microthyriella Rickii*, pl. X) ; dans ce cas, qui est le plus fréquent, ce que les auteurs ont décrit comme structure de la paroi de l'ascostroma n'était que la disposition du voile mycélien localement coloré en brun au-dessus du conceptacle. Aucune comparaison n'est évidemment possible entre la fausse paroi de ces Hémisphériacées et la paroi propre des Microthyriacées : dans ce dernier groupe il y a du reste quelques rares espèces où le mycélium, très serré, forme une couche presque continue (*Dimerosporium continuum* [Syd.] Arn. [Astérinées I, 1918, p. 178] et n'a pas de disposition radiaire apparente, par contre chez certaines des Hémisphériacées de Theissen (Plochmopeltidées), le mycélium en réseau lâche, laisse voir la paroi réelle de l'ascostroma (Pl. XIII, fig. B, partie).

La couleur des conceptacles des Hémisphériacées est rarement d'un brun franc comme chez les Microthyriacées, elle est d'une teinte indéfinissable : bleu-vert, vert-brun, et même parfois jaune d'or (d'aprés Theissen), le mycélium « aérien » est du reste souvent incolore, en dehors de la partie qui recouvre les conceptacles ; les éléments cellulaires sont en général plus petits que chez les Microthyriacées ; en coupe, les conceptacles ressemblent assez à ceux des Microthyriacées simples. Les ascospores des Hémisphériacées sont le plus souvent incolores, fusiformes-allongées et pourvues de plusieurs cloisons, tandis que chez les Microthyriacées ces organes sont plus larges et le plus souvent brun et uniseptés.

A la surface de la feuille, on trouve chez les Hémisphériacées un mycélium que nous appellerons provisoirement « externe », nous n'avons pas pu trouver trace d'un mycélium pénétrant dans la feuille.

Le mycélium « externe » est le plus souvent incolore et forme une couche continue ; parfois cependant il est brun, en réseau lâche. Quelques espèces paraissent avoir un mycélium externe à peu près nul et réduit à quelques prolongements du conceptacle.

Au contraire, chez les Microthyriacées à mycélium externe, ce dernier est brun, disposé en réseau lâche, très visible, formé de filaments larges ;

de plus ce mycélium est toujours en relation avec un appareil interne pourvu de suçoirs.

Enfin la disposition générale reste différente : le plus souvent les Hémisphériacées ont des conceptacles peu abondants et minces dispersés souvent sur toute l'étendue de la feuille, les Microthyriacées forment des taches présenant des conceptacles nombreux, révélant une vie plus intense, un parasitisme actif ; tandis que les Hémisphériacées ont l'air d'organismes développés péniblement aux dépens des éléments nutritifs situés à la surface de la feuille et peut-être parfois sur des organes en train de mourir?

Indiquons en terminant que pour étudier convenablement les Hémiphériacées, il est absolument nécessaire de faire des coupes transversales des conceptacles et de colorer le mycélium par le bleu d'aniline lactique ; c'est parce que les auteurs ont négligé ces précautions élémentaires que de graves erreurs ont été commises dans l'étude de ces champignons.

Biologie. — Cela nous amène à considérer le mode de vie des Hémisphériacées et à nous demander si les caractères différentiels indiqués précédemment ne sont pas déterminés par les conditions de développement.

Malheureusement, sur ce point, on ne peut fournir que des hypothèses. Les auteurs qui se sont occupés des Hémisphériacées ont négligé complètement ce point de vue ; nous avons cherché vainement à nous rendre compte des rapports des espèces étudiées avec la feuille-support ; malgré l'étude la plus attentive, nous n'avons pas pu observer de mycélium pénétrant dans la feuille.

Cependant quelques caractères (l'absence de coloration du mycélium « externe », etc.) semble indiquer que le champignon se développe sous une pellicule appartenant à l'hôte. Dans d'autres groupes, certaines espèces se glissent sous la cuticule en soulevant une très mince couche que l'on apprécie à peine au microscope ; déjà pour le *Manginula Perseae* (Astérinées, I, 1913, p. 218 et pl. L, *fig.* J) elle est inférieure à 1 μ ; chez le *Visella appediculosa* (voir ici *fig.* 15) elle est encore plus mince, à peine perceptible : on peut supposer qu'une pellicule plus réduite recouvre les Hémisphériales, mais a échappé à notre observation. On peut aussi se demander si le mycélium des Hémisphériacées ne se développerait pas sous la couche de cire qui recouvre la plupart des plantes tropicales à feuilles coriaces ; mais cette couche a une épaisseur très faible et du reste nos échantillons traités par l'alcool n'en permettaient pas l'observation ; ce point reste donc à élucider.

On sait du reste que divers auteurs ont admis la possibilité pour les feuilles de secréter certaines substances qui se répandent à leur surface ; c'est ainsi que certains (Bains) expliquent la dissolution des sels de cuivre répandus sur les feuilles pour les protéger contre les cryptogames ; si cette

hypothèse était vérifiée elle pourrait expliquer le développement de ces champignons entre la couche cireuse et la cuticule.

Divisions. — Nous diviserons les Hémisphériales en trois groupes correspondants à peu près aux grandes divisions des Microthyriacées :
1° Type primitif :

A.— Tribu des Microthyriellées. Ascostroma homogène contenant des asques dispersés (homologues des Microthyriacées Protothyriées et se rapprochant des Myriangiales) : g. *Microthyriella* v. Höhnel et *Myriangiella* Zimm.
2° Hémisphériacées proprement dites (asques placés dans une loge définie) :

B. — Tribu des Aulographées (homologue des Microthyriacées Hémihystériées). Ascostroma à base ellipsoïde : g. *Aulographum*.

C. — Tribu des Micropeltidées (homologue des Microthyriacées Microthyriées simples). Ascostroma à base circulaire. Cette tribu comprend la plupart des genres d'Hémisphériacées : g. *Micropeltis*, etc.

Précédemment Theissen avait disposé les Hémisphériacées en trois groupes établis d'après la structure de la paroi des ascostroma et la disposition du mycélium ; on trouvera l'exposé détaillé de cette classification dans le résumé synoptique de Theissen et Sydow (Synopt. Tafeln, 1918, p. 422-433, *fig.* 11, 12, 13) ; comme il a été déjà indiqué, Theissen a souvent confondu la couche mycélienne qui recouvrait la paroi propre du conceptacle avec cette dernière, aussi sa classification est-elle souvent sans valeur certaine. Nous donnerons seulement ici la liste des genres et des groupes admis par cet auteur en donnant une traduction approchée des caractères (une traduction exacte étant difficile) en relevant certaines indications inexactes par des annotations entre crochets [ ] :

« A. — Bouclier réticulé [vermiculé ?], vert-bleu, à éléments rayonnants sur le bord, sans véritable mycélium [inexact], hyménium unique à plusieurs asques : Dictyopeltinées Theissen : (g. *Dictyothyrina* Th., *Dictyothyrium* Th., *Dictyopeltis* Th., *Dictyothyriella* Rehm, *Micropeltis* Mont., *Micropeltella* Syd., *Scolecopeltis* Speg.) ;

« B. — Bouclier pseudoparenchymateux, brun à éléments rayonnants sur le bord, sans véritable mycélium [inexact] ; hyménium unique ou composé (c'est-à-dire à une ou plusieurs loges), à plusieurs ou à un seul asque. Thrausmatopeltinées Th (g. *Haplopeltis* Th., *Clypeolum* Speg., *Microthyriella* v. Höhnel, *Schizothyrium* Desm., *Phragmothyriella* v. Höhnel, *polyclypeolum* Th., *Eremotheca* Th. et Syd., *Eremothecella* Syd.) ;

« C. — Bouclier à structure plectenchymatique-méandrique, avec ou sans ouverture centrale ; Mycélium ramifié en réseau, dépourvu d'hypopodies : Plochmopeltidées Th. (g. *Plochmopeltis* Th., *Stomiopeltis* Th., *Stomiopeltella* Th., *Chastopeltopsis* Th.). Ces champignons paraissent avoir la disposition générale de l'*Aulographum vagum*, décrit plus loin, mais avec des ascostroma circulaires.) »

Genres douteux ou exclus. — Comme pour la plupart des groupes de Pyrénomycètes un grand nombre d'espèces d'Hémisphériacées sont dispersées dans diverses familles, et pour les retrouver il serait nécessaire de reviser un grand nombre de genres, qui en totalité ou en partie, sont formés d'espèces du groupe étudié ici.

Parmi les genres que l'on peut soupçonner contenir des espèces d'Hémisphériales, on peut citer : *Actiniopsis* Starb., *Asterella* Sacc. (revisé par Theissen) ; *Asterina* (revisé par Theissen); *Asteropeltis* P. Henn., *Calothyrium* Th., *Chaetoplaca* Syd., *Entopeltis ; Lembosia* Lèv. (*L. autographoides, L. Pandani*, etc.), *Leptothyrella* Henn. (pycnides), *Melanochlamys, Microsticta* Desm., *Microthyrium* Desm. (revisé par Theissen), *Myiocoprella* Sacc., *Ophiopeltis* d'Al. et Cam., *Pemphidium* Mont., *Phaeoscutulla* P. Henn., *Phragmographium* P. Henn., *Phragmopeltis* P. Henn. (pycnides), *Piptostoma* Berk. et Br., *Raciborskiella, Rhytisma* Fr., *Scolecopeltis* Speg., *Scutellum* Speg., *Stephanotheca* Syd., *Thyriascus* Schulzer, *Uleopeltis* P. Henn, *Vizella* Sacc.

A. — TRIBU DES MICROTHYRIELLEES nob.

Type. — *g. Microthyriella* v. Höhnel.

Car. — *Ascostroma* formé d'un tissu homogène dans lequel sont dispersés les asques ; *Asques* allongés, dont les extrémités ont plutôt tendance à diverger ; se distinguent des Myriangiacées par les asques allongés et formant une couche unique, c'est-à-dire étant placés au même niveau. Les deux seuls genres connus ont des ascospores hyalines :

a) Ascospores avec une seule cloison.... g. *Microthyriella* v. Höhnel

b) Ascospores à plusieurs cloisons transversales. g. *Myriangiella* Zimm.

Ces deux genres ne contiennent chacun qu'une espèce ; les deux espèces types ont d'abord été mises dans les Myriangiacées, avec lesquelles elles ont des affinités évidentes.

Theissen place le premier dans les Thrausmatopeltinées ; il est possible que plusieurs des genres que Theissen indique comme dépourvus d'ostiole soient des Microthyriellées.

1°) Genre **MICROTHYRIELLA** v. Höhnel
(Fragm. Myk. VI, 1909, p. 97).

Type. — *Microthyriella Rickii* (Rehm) v. Höhnel, loc. cit., fig. 22 ; une seule espèce bien connue.

Car. — Microthyriellée à ascospores bicellulaires et incolores. Plusieurs espèces ont été placées dans ce genre, mais il n'est pas sûr qu'elles soient conformes au type. On peut consulter à leur sujet le travail de Theissen (Hemisphér. suppl., 1914, p. 93).

Microthyriella Rickii (Rehm) v. Höhnel

(Fragm. Myk. VI, 1899, p. 97, n° 244[10], fig. 22 ; voir aussi Theissen, Membranstruck. Microthyr., 1913).

Syn. — *Microphyma Rickii* Rehm (Broteria ser. bot. V, 1906, p. 227) : — *Microthyrium* (*Microthyriella*) Rickii (Rehm) v. Höhnel, in Sacc. Syll. XXII, p. 580 ;

? *Microthyrium Coffeae* P. Henn., ? *M. Milletiæ* A. Sm. et ? *Clypeolum scutelliforme*, sont peut-être des synonymes, d'après v. Höhnel, *fragm. myk.* VI, 1909, n° 244[10]).

Ech. dessiné. (pl. X) : « Rick Fungi austro-americani, n° 97. - *Microphyma Rickii* Rehm, in foliis vivis *Zanthoxyli* — Sao Leopoldo » (Herb. Muséum).

Sur l'échantillon, on voit à l'œil nu, à la face inférieure de la feuille, des points noirs dispersés, peu nombreux, représentant des ascostroma (fig. A, B, C) et paraissant, à première vue, isolés les uns des autres. Par un examen attentif au microscope, on constate de plus qu'un mycélium incolore couvre toute la face inférieure de la feuille d'un voile presque continu, il déborde même sur le côté supérieur. Comme il a été indiqué précédemment, la paroi externe brune des ascostroma est formée par la couche mycélienne qui se colore en brun seulement en face des conceptacles. Cette couche mycélienne mince montre bien les filaments mycéliens principaux et les ramifications de remplissage qui ont comblé les mailles du réseau primitif (fig. F). Cette couche brune est fragile et se craquelle ; les fentes ont souvent leur origine au voisinage de cristaux qui existent entre les cellules.

Les ascostroma ont la structure indiquée à propos des caractères de la tribu : le tissu, placé au-dessous de la couche brune supérieure, est incolore et homogène ; à l'intérieur, on trouve des asques pyriformes, séparés et disposés légèrement en éventail (fig. D, G). Cette structure avait été sommairement signalée par Rehm ; mais ultérieurement v. Höhnel a indiqué à tort qu'il y avait des paraphyses ; il a évidemment pris pour telles les cellules du stroma reliées par leurs plasmodesmes. Les ascospores sont allongées, un peu courbées, incolores et bicellulaires (fig. H), celles que nous avons mesurées avaient, en moyenne, 52,5 × 12,5 μ ; cependant, Rehm indique 30 × 7 à 9 μ et Theissen 32-36 × 10 μ ; ces différences tiennent probablement à des inégalités de maturation.

2°) Genre **MYRIANGIELLA** Zimmermann

(Tropisch Pilze II, suite, 1902, p. 183).

Type. — *Myriangiella orbicularis* Zimm. (loc. cit., p. 183, fig. 4). espèce unique.

Syn. — *Phragmothyriella* v. Höhnel (fragm. Myk. XIV, 1912, p. 10, n° 725, *in finem*), v. Höhnel indique que le *Micropeltis Molleriana* Sacc. et

M. orbicularis (Zimm.) v. Höhnel sont construits comme le g. *Microthyriella*, sauf que ces espèces sont phragmosporées ; à cause de ce dernier caractère, l'auteur a créé pour elles le g. *Phragmothyriella* ; mais le *Micropeltis orbicularis* est l'ancien *Myriangiella orbicularis* Zimm., type du genre *Myriangiella* : si les deux espèces de *Phragmothyriella* sont génériquement semblables, ce dernier genre doit être placé dans la synonymie du g. *Myriangiella*, plus ancien.

Car. — Nous n'avons pas étudié d'espèces de ce genre, mais la description et les dessins de Zimmermann (loc. cit., fig. 4), montrent l'étroite parenté qui existe avec le précédent, parenté déjà signalée par v. Höhnel. Les deux genres se distinguent par le mode de cloisonnement des ascospores, le g. *Myriangiella* étant phragmosporé.

L'espèce-type, *M. orbicularis* Zimm. (syn. *Micropeltis orbicularis* [Zimm.] v. Höhnel. fragm. myk. VI, 1909, p. 96, n° 244[10]) a des ascospores incolores, formées de 10 à 12 cellules et mesurant 50 × 15 μ. Elles sont donc à peu près semblables à celles du *Microthyriella Rickii* au nombre de cloisons près.

Zimmermann plaçait son genre dans les Myriangiacées, avec lequel il a des affinités évidentes comme le précédent.

B. — TRIBU DES AULOGRAPHÉES nob.

Type. — g. *Aulographum* Libert.

Car. — La tribu se distingue des précédentes par la forme allongée, elliptique, des ascostroma, ces conceptacles s'ouvrent par une fente longitudinale. La disposition générale ressemble beaucoup à celle des Microthyriacées du genre *Lembosia* ; mais les *Aulographum* diffèrent de ces derniers par les mêmes caractères qui distinguent les diverses Hemisphériacées, des types correspondants de Microthyriacées.

Chez les *Aulographum*, la disposition des filaments de la paroi n'est pas régulièrement radiaire, le mycélium « aérien » qui, ici, est disposé en réseau lâche, est formé de filaments plus menus et moins colorés et nous n'avons pas pu observer d'éléments pénétrants dans la feuille ; de plus, les ascostroma sont dispersés et peu abondants. On doit cependant convenir qu'il existe des analogies très grandes entre les Lembosiées à mycélium dépourvu de stigmapodies (hyphopodies) et les *Aulographum*. Nous n'avons pas fait une étude assez complète des Hémiphériacées pour exprimer une opinion formelle sur les affinités du groupe.

La tribu ne comprend pour le moment qu'un genre, dont les espèces sont mal caractérisées.

Le g. *Aulographella* v. Höhnel (*Annales mycologici*, XV, 1917, p. 367), ne se distinguerait du genre *Aulographum*, d'après Theissen et Sydow (Synopt. Tafeln, 1918, p. 428) que par l'absence de mycélium externe.

1°) Genre **AULOGRAPHUM** Libert

(Plant. crypt. ard. exc., 1834, n° 272).

Type (Pseudotype). — *Aulographum Hederae* Libert, loc. cit.

Syn. — *Aylographum* Libert, orthographe primitive, dont *Aulographum* n'est qu'une variante.

— *Aulacographium* Dur. et Mont. (Expl. sc. Algérie, p. 555), d'après Patouillard (Pl. cell. Tunisie, 1897, p. 112).

Car. — Mlle Libert (Plantae cryptogamicae quas in Arduenna collegit ; fasciculus tertius, Leodii, mdcccxxxiv, n° 272), donne du nouveau genre *Aylographium* (λαξ αυ *las* Γραφη *graphos*) la description suivante : « Char. *Perithecium elongatum dimidiatum innatum simplex ramosumve rima longitudinali dehiscens, nucleo discifero pellucido albido-hyalno lineari persistente ; asci minuti fixi paraphysbus immixti ; sporidiis simplicibus* ». Le genre a seulement été inséré dans un tableau générique par Mlle Libert, dans les *Annales des Sciences nat. Bot.*, 2e série, Tome VII (1837), p. 125, où il est placé dans les Phacidiacées ; Desmazières (*Annales Sc. nat.*, 2e sér., tome XIX, 1843, p. 362-363), indique que les ascospores sont pluri-cellulaires. Chez l'*A. Hederae*, il signale en effet, à leur intérieur, quatre sporules ; à cette époque-là, on confondait sous le nom de sporules à la fois les ascospores, les cellules des spores composées et les globules oléagineux des spores; chez le type du genre, nous n'avons trouvé que des ascospores bicellulaires.

Espèces. — Dans l'*exciccata* cité, la description du genre est placée sur la même feuille que le N° 272, portant la première espèce que l'on peut considérer comme le type : les trois feuilles suivantes (N°s 273, 274, 275), portent aussi des espèces placées dans le genre *Aylographum* ; Libert a donc d'abord considéré quatre espèces :

1° *Aylographum Hederae* Lib. 1834 (N° 272), pseudotype du genre. Cette espèce est le plus souvent réunie comme synonyme à *Aulographum vagum* Desm. (1843) ; mais la publication de Mlle Libert est valable et antérieure.

2° *A. Epilobii* Lib. (1834 N° 273). Nous n'avons pas examiné cette espèce au microscope, mais à la loupe elle ressemble à la précédente.

3° *A. juncinum* Lib., 1834 (N° 274) ; mêmes observations que pour *A. Epilobii*.

4° *A. filicinum* Lib., 1834 (N° 275) ; cette espèce à fructifications luisantes paraît être logée à l'intérieur de l'hôte, probablement sous la cuticule, et ne doit pas appartenir au genre *Aulographum*.

a) ***Aulographum Hederæ*** Libert

(Pl. crypt. Ard., fasc. III, 1834, N° 272).

Syn. — *Aylographum vagum* Desmazières (Pl. Crypt., 10e notice in *Ann. sc nat. bot.*, série 2, tome XIX, 1843, p. 362, N° 40 ; et Pl. crypt. exsicata, 1re éd, fasc. XXXI, 1846, N° 1529).

Desmazières considère son espèce comme semblable à celle de Mlle Libert ; s'il change le nom, ce n'est évidemment pas qu'il conteste la validité de la publication faite dans les *Plantae cryptogamicae in Arduennae*, mais parce qu'il considère le nom d'*Hederae* comme trop restrictif ; Desmazières place, en effet, dans son *A. vagum*, non seulement les échantillons d'*Aulographum* récoltés sur *Hedera Helix*, mais encore ceux qui ont été observés sur beaucoup d'autres plantes. A l'époque où écrivait Desmazières, de pareils changements étaient usuels, mais actuellement, les lois de la nomenclature obligent à conserver le nom adopté par Mlle Libert ; cependant, la plupart des auteurs récents acceptent le nom de *A. vagum*.

Il y aurait lieu de comparer l'espèce avec le *Lembosia aulographoides* Bomm. Rouss. Sacc. (cfr. Sacc., Syll. fung., IX, p. 1107).

Ech. étudiés. — 1° « Libert Plantae cryptogamicae quas in Arduenna collegit, fasciculus tertius, Leodi, mdcccxxxiv. — N° 272, *Aylographum Hederea*, Peritheciis sparsis, oblongis, simplicibus, furcatis, atris. Ad folia dejecta *Hederea* ; per annum ». (Herb. Muséum).

2° « Desmazières. Pl. crypt. de France, 1re éd., fasc. XXXI, 1846. — N° 1529 ; *Aylographum vagum nob. Ann. des Sc. nat.*, sér. 2, t. 19 ; *Aylographum Hederea* Lib. Pl. crypt. Ard. nob. olim. Au printemps, sur un grand nombre de plantes à feuilles épaisses, dures ou coriaces, tombées à terre pendant l'automne ou l'hiver. On trouve quelquefois mêlé avec lui le *Microthyrium microscopicum* ». (Herb. S. P. V. P.).

Ces derniers échantillons sont sur les feuilles du *Phillyrea loevis* (d'après les indications de la note signalée plus haut des *Annales des Sciences naturelles*, Bot., sér. 2, tome XIX, 1843, p. 363).

Mlle Libert indique que le champignon se développe sur les feuilles tombées et Desmazières insiste sur ce point : « On la trouve sur un grand nombre de feuilles épaisses, dures ou coriaces, qui se conservent pendant l'hiver, mais pour qu'elle s'y développe, il faut que ces feuilles soient desséchées et tombées à terre ; quelquefois, elle n'occupe que la face supérieure du support, mais le plus souvent, on la remarque sur les deux faces ». Desmazières a surtout étudié l'espèce sur *Cerasus Laurocerasus*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium* et *Phillyrea loevis*.

Dans l'échantillon de l'*exsicata* de Mlle Libert, le champignon a dans l'ensemble la disposition générale d'un *Lembosia* (voir *Astérinées*, I, 1918.

p. 129), dont il se distingue par l'absence de stigmopodies (hyphopodies) sur le mycélium, par les ascospores incolores et surtout par la structure en apparence non radiaire de la paroi supérieure de l'ascostroma. Les deux premiers caractères peuvent se rencontrer chez des Microthyriacées de la série des Morénoellinées à laquelle appartient le genre *Lembosia* ; par suite, le dernier caractère indiqué pourrait seul nous fournir des distinctions entre le g. *Aulographum* et les Microthyriacées ; il convient de l'examiner en détail. L'ascostroma d'*Aulographum Hederea* se forme, comme chez beaucoup de Microthyriacées, par prolifération, sur une certaine longueur, d'un filament mycélien ; on trouve souvent au centre une zone claire résultant probablement de la cassure de « l'ergot » que nous avons signalé déjà chez l'*Asterinella Puiggarii* et le *Microthyrium microscopicum* (*Astérinées*, I, 1918, p. 149 et 151, pl. XXIV et XXV). A première vue, le jeune ascostroma n'a aucune disposition radiaire et la structure de sa paroi est même assez confuse (fig. D), mais, à un examen plus attentif, on voit que cette paroi est bien formée de filaments rayonnants à partir de la branche mycélienne mère ; mais, dès le début ou presque, ces éléments prennent une forme assez spéciale, par suite de la formation, sur les deux bords, de lobes courts accolés à l'axe qu'ils « festonnent » tout le long ; comme les parois transversales ne sont pas visibles, que le fond des sinus séparant les lobes est plus net que le reste et que les filaments s'entrelacent souvent, il en résulte une apparence assez spéciale qui, à première vue, comme nous l'avons déjà indiqué, ne semble avoir rien de commun avec celle des Microthyriacées. Cette disposition dentelée des filaments n'est pas tout à fait inconnue chez les Microthyriacées ; elle existe sur la partie terminale des filaments de l'ascostroma de plusieurs espèces, en particulier chez le *Maublancia Myrtacearum* (*Astérinées*, I, 1918, pl. XXVIII) ; il en est de même du mycélium subcuticulaire du *Maurodothella Psychotriae* (loc. cit., pl. XIII, fig. E), cependant ces champignons ont une allure générale nettement différente de celle de l'*Aulographum*. Ajoutons que, par la non-visibilité des cloisons transversales, l'*Aulographum* se rapproche du *Diedickea singularis* (pl. XVII), où les filaments sont cependant plus étroitement agglutinés. Quelle est la valeur du caractère qui vient d'être étudié ? Est-ce la trace d'une différence essentielle entre les Microthyriacées et les Hemisphériacées ? Ou bien est-ce un caractère adaptationel des *Aulographum* qui ne seraient que des Microthyriacées menant une vie saprophytique ? Cette question, que nous avons déjà posée, ne peut pas être encore résolue. La même difficulté se présente, du reste, pour l'ensemble des Hémisphériacées. Mais il faut considérer qu'ici la comparaison peut se faire à juste titre, car l'*Aulographum* montre véritablement la paroi de ses ascostroma, tandis que, dans beaucoup d'Hémisphériales étudiées par Theissen, on ne voit que le voile mycélien recouvrant les conceptacles ; cependant, les Plochmopeltinées de

Theissen paraissent avoir une disposition d'ensemble du mycélium analogue à celle de l'*Aulographum* et laissant voir les ascostroma.

Le *Microthyrium microscopicum* est une Microthyriacée, qui n'a été trouvée que sur des feuilles tombées, et il est peut-être saprophyte ; il a gardé cependant la disposition radiaire des ascostroma ; mais il a une allure différente des formes voisines parasites (*Asterinella*) : tandis que ces dernières ont des ascospores grosses et brunes, celles du *Microthyrium* sont incolore et petites comme celles de l'*Aulographum*. On sait que les ascospores des Hémisphériacées sont toujours incolores et souvent petites ou au moins étroites et relativement allongées.. Par les spores, ces formes saprophytes (?) contrasteraient donc avec les Microthyriacées astérinoïdes parasites qui ont le plus souvent de grosses spores relativement larges et brunes.

En résumé, la question des affinités de l'*Aulographum* et des Hémisphériacées demande à être encore étudiée, mais si l'on admet, sans le discuter, le groupe des Hemisphériacées tel que l'a établi Theissen, l'*Aulographum Hederea* en constitue une tribu à ascostroma lembosioïdes. Pour achever la description de l'espèce, nous indiquerons que l'*A. Hederea* présente des ascostroma qui, en coupe, ressemblent à ceux des Morénoellinées, les asques sont ovoïdes, oblongs, dressés ou convergeants un peu vers le centre ; le tissu paraphysoïde est très réduit, presque nul ; la paroi supérieure est formée d'une lame brune assez mince (paroi externe de la couche superficielle des cellules) ; à la face inférieure, il y a souvent une « lame basale », brune, plus mince, mais assez nette. Les ascospores sont en massue, bicellulaires et incolores ; il semble bien qu'il y ait eu plusieurs gouttelettes (sporules de Desmazières), dans chaque cellule, mais elles ne sont plus guère visibles dans ces vieux échantillons. Le mycélium brun [superficiel (?)], qui rampe à la surface de la feuille, est peu développé, relativement mince et de diamètre irrégulier, à cloisons transversales non visibles, sans stigmopodies. Nous n'avons pas cherché s'il y avait un mycélium pénétrant dans la feuille propre à l'*Aulographum* ; cette question ne présente pas beaucoup d'intérêt pour une espèce saprophyte, et elle eût été délicate en la circonstance, car les feuilles tombées récoltés par Libert avaient manifestement subi un début de décomposition ; elles contiennent des bactéries et des filaments mycéliens étrangers à l'*Aulographum*.

C. — TRIBU DES MICROPELTIDÉES nob.

Type. — g. *Micropeltis* Montagne.

Car. — Cette tribu se distingue de la première par le groupement des asques dans une loge assez nettement formée, et de la seconde par la forme circulaire des ascostroma ; ces derniers s'ouvrent en général par un pore ou

un ostiole arrondi. Chez le *Micropeltis*, au moins, les conceptacles sont entourés d'un mycélium très étendu, mais incolore et peu visible. En général, les ascostroma ne contiennent qu'une loge ; cependant, d'après Theissen (*U. Polystom. Microcyclus*, 1914, p. 67), le genre *Polyclypeolum* représenterait un type voisin, où les ascostroma seraient pluriloculaires (Type : *P. Abietis* [v. Höhnel] Th.).

Les Micropeltidées typiques ont un mycélium serré formant une couche continue ; il existe cependant un type voisin où les filaments ne forment qu'un réseau lâche, laissant voir nettement à travers ses mailles les conceptacles placés au-dessous, comme chez les *Astérina*, etc., parmi les Microthyriacées. On sait que Theissen a fait de ces Hémisphériacées à thalle réticulé la tribu des Plochmopeltidées, qui se distinguent des Aulographées par la forme arrondie des conceptacles. Il est difficile de dire actuellement si les Plochmopeltidées doivent être séparés des Micropeltidées (voir pl. XII, B).

Genres : En dehors du genre *Micropeltis*, la tribu paraît devoir englober la majeure partie des Hémisphériacées, en particulier les genres où l'on indique la présence d'un ostiole arrondi et des ascostroma circulaires.

1°) Genre **MICROPELTIS** Montagne

(Flore de Cuba in Ramon de la Sagra. Hist. d. Cuba Cript., 1838-1842, p. 325).

Type. — *Micropeltis applanata* Mont. (loc. cit., p. 325, pl. XII, fig. 6 ; cfr. Montagne. Syll. Crypt. N° 880 et Sacc. Syll. fung., II, 1883, p. 669).

Car. — Les caractères du genre, mal définis pendant longtemps, ont été précisés en partie par v. Höhnel et par Theissen.

Les ascostroma sont aplatis, à base circulaire, pourvus d'un ostiole arrondi et présentant des asques allongés, groupés dans une loge unique. Les ascospores sont hyalines et pourvues de plusieurs cloisons transversales.

a) ***Micropeltis applanata*** Mont.

(Loc. cit., p. 325, pl. XII, fig. 6, etc.).

Ech. dessiné (pl. XVI), type de Montagne : « *Micropeltis applanata* Mont. Cuba ; — Ramon de la Sagra ; — type » (Herb. Muséum).

D'après Montagne (Syll. crypt. N° 880), l'hôte est un *Laurus* ; mais v. Höhnel a contesté l'exactitude de cette détermination (*fragm. myk.*, 1910, p. 15, N° 470).

Le champignon se présente à l'œil nu, sous forme de gros points brunâtres, dispersés sur la feuille, en apparence isolés les uns des autres (fig. A.):

ces points représentent les ascostroma qui, dans cette espèce, sont relativement gros. A un examen au microscope, on constate que la paroi brune du conceptacle n'est qu'une partie colorée du mycélium, qui s'étend comme un voile incolore sur le reste de la feuille ; à ce point de vue, la disposition générale est la même que chez le *Microthyriella* ; mais les filaments mycéliens qui recouvrent l'ascostroma sont entrelacés, et comme chacun n'est coloré que dans la partie en contact avec l'atmosphère, ils ne sont nettement visibles chacun que sur un petit parcours ; l'ensemble de ces tronçons colorés donne à la fausse paroi du conceptacle un aspect assez spécial, difficile à définir, vermiculé si l'on veut, et que la fig. D représente assez exactement.

En coupe, la structure de l'ascostroma ressemble assez à celle d'une Microthyriacée, des genres *Asterinella* et *Microthyrium* : dans une loge assez nette, les asques convergent vers le centre ou vers l'ostiole ; ils sont entremêlés de paraphyses filiformes (fig. E, F.). Dans les conceptacles examinés, les ascospores n'étaient pas mûres ; d'après v. Höhnel et Theissen, elles sont hyalines, allongées en massue et formées de cinq à six cellules.

Nous n'avons pas pu constater la pénétration du mycélium à l'intérieur de la feuille.

APPENDICE AUX HÉMISPHÉRIALES

Un certain nombre de types que nous n'avons pas encore étudiés ici se relient à des titres divers à la question des Hemisphériales.

1°) Genre **VIZELLA** Sacc. (Syll. II, p. 662).

Ce genre a été créé pour le *Micropeltis conferta* Cooke qui, d'après la diagnose, se distinguerait des autres *Micropeltis* par ses ascospores unicellulaires et brunes. Theissen [de Hemisphaer. not. suppl., 1914, p. 73] indique que le *Vizella conferta* est subcuticulaire ; mais il lui attribue des ascospores dictyées qui sont probablement celles d'une Myriangiacée parasite. Nous n'avons pas étudié le type, mais seulement le *Vizella appendiculosa* (Mont. et Berk.) Th.

a) ***Vizella appendiculosa*** (Mont. et Berk.) Th.

Ech. dessiné (fig. 15). — Le champignon a été trouvé en compagnie de l'*Asterina inaequalis* Mont. sur l'échantillon-type de ce dernier, ainsi désigné : « *Asterina inaequalis* Mont. type ; Guyane; leg. Leprieur ». (Herb. Muséum).

Le *Vizella appendiculosa* est, comme l'espèce-type, subcuticulaire, mais il est placé sous une couche de cuticule extrêmement mince et qui n'est visible que sur les bords de l'ascostroma ; à la loupe, les fructifications se montrent comme de petits dômes surbaissés, d'un noir luisant ; ce dernier caractère désigne déjà un organisme subcuticulaire. Le mycélium présente des cloisons transversales bien plus colorées que le reste ; par là, le champignon n'est pas sans analogies avec le *Manginula Perseae*, forme pycnide

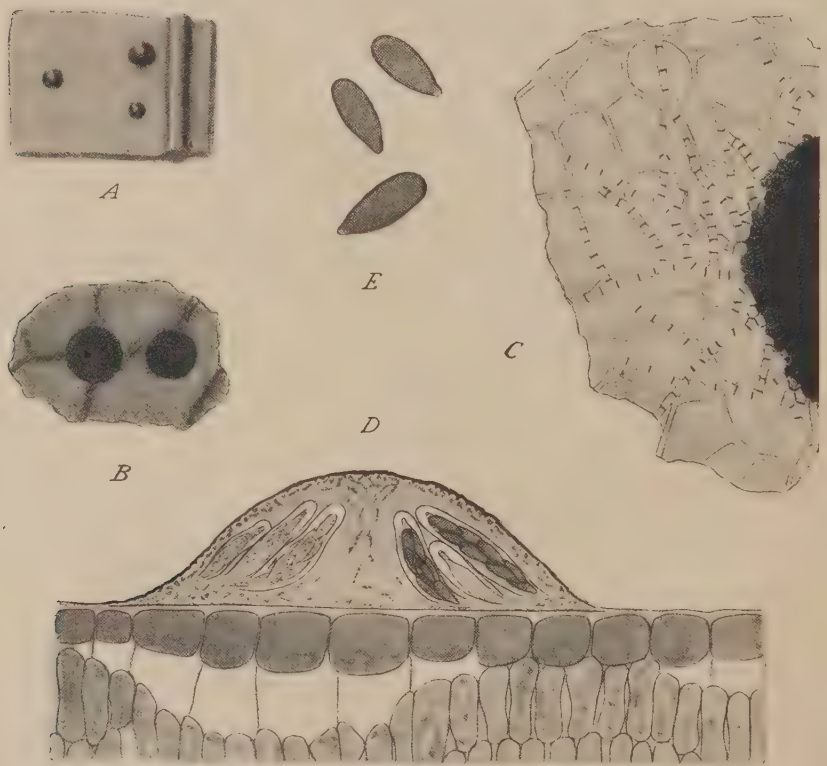


Fig. 15. — *Vizella appendiculosa* (Mont. et Berk.) Th. — A. Fragment de feuille avec trois ascostroma, gr. 10. — B. Deux ascostroma vus au microscope par dessus, gr. 50. — C. Bord d'un ascostroma, vu par dessus, gr. 375. — D. Coupe d'un ascostroma, gr. 375. — E. Ascospores, gr. 1.000.

que nous avons déjà décrite (Astérinées, I, 1918, p. 218 et pl. L), un mycélium analogue à celui de *Vizella*, c'est-à-dire où les cloisons transversales brunes sont seulement visibles, se rencontrent parfois sur les feuilles portant des Astérinées tropicales.

En coupe, les ascostroma présentent une disposition analogue à celle de diverses Microthyriacées (g. *Asterinella*, *Microthyrium*), où les asques,

nées à la périphérie de la loge, convergent vers le sommet (fig. D) ; les ascospores, unicellulaires et brunes, sont légèrement atténuées à la base en une espèce de mucron.

On n'a pas encore sérieusement étudié les relations des formes analogues incluses dans l'hôte avec les Microthyriales qui, jusqu'ici, sont toutes à ascostroma externes.

2° Genre **DIEDICKEA** Sydow

(nov. fung. spec. X, 1914, p. 268 et fig. VIII,
et notes and descr. Phillipines f., 1913, p. 1931.)

L'espèce unique *D. singularis* Sydow a déjà été étudiée (*Astérinées*, I, 1918, p. 219-220) ; cette forme pycnide mérite bien son nom spécifique et ce singulier champignon est difficile à classer. A défaut d'autres renseignements, nous avons représenté les principaux détails de sa structure dans la planche XII. Le champignon est le n° 13.672 d'Elmer ; d'après Sydow, il se développe sur les feuilles vivantes du *Polyosma cyanea* Elm.

a) ***Diedickea singularis*** Sydow (l. cit.)

Ech. dessiné (pl. XII), type de l'espèce : « *Diedickea singularis* Syd., Philippines Island plants distributed by A. D. E. Elmer, n° 13673. — Cabadbaran (Mt Urdaneta), Province of Agusan ; Island of Mindanao, september 1912 ». (Herb. Muséum).

Le champignon existe sur les deux faces de la feuille.

Le champignon forme sur les feuilles de petites taches grossièrement annulaires d'un noir mat, portant de nombreux conceptacles noirs (fig. C), entourés d'une bande irrégulière de mycélium compact. Les conceptacles presque opaques, paraissent présenter une disposition vaguement radiaire au centre. La frange mycélienne au milieu de laquelle se trouvent placés les conceptacles, est formé de filaments plus ou moins rayonnants, portant de courtes ramifications et étroitement agglutinés les uns aux autres ; les parois cellulaires semblent former une masse homogène, dans laquelle seraient creusées les cavités cellulaires (fig. D).

En coupe, les conceptacles se montrent formés d'une seule couche de cellules, dont les parois externes sont brunes et qui, du côté inférieur, bourgeonnent des stylospores, comme dans le genre *Asterostomella* (pycnide d'*Asterina*) ; les stylospores sont ellipsoïdes, unicellulaires et incolores.

Le mycélium interne forme une couche subcuticulaire, qui envoie des prolongements dans les parois latérales des cellules épidermiques. Par la présence d'un appareil absorbant inclus dans l'hôte, le champignon se sépare très nettement des Hémisphériacées et se rapproche des Microthyriacées.

Bibliographie

(5. — *Hémisphériales*)

1834. Libert. — Plant. crypt. Ard. Exs., 1834, N^{os} 272 à 275.
1838-42. Montagne. — Flore de Cuba in Ramon de la Sagra. Hist. de Cuba, crypt. 1838-1842 p. 325.
1902. Zimmermann. — Tropische Pilze, II, suite, 1902, p. 183.
1906. Rehm. — *Broteria*, ser. bot., V, 1906, p. 227.
1909. Höhnel (F. von). — Fragm. myk., VI, 1909, p. 97.
1910. Höhnel (F. von). — Fragm. myk., X, 1910, p. 15, n° 470.
1912. Theissen (F.). — Membranstruct. Microthyr., 1912.
1912. — — Rev. Microthyrium u. Seynesia, 1912-1913.
1913. — — Hemispheriales (*Ann. myc.*, XI, 1913, p. 468).
1913. Sydow. — Nov. fung. spec., X, 1913, p. 268, fig. VIII.
1913. — — Notes and descrip. Philippines, f. 1913, p. 1931.
1913. Saccardo. — Syll. II, p. 662 (*Vizella*).
1914. Theissen (H.). — Polystom. Microcyclus, 1914, p. 67.
1914. — — Hemispher. suppl., 1914, p. 73.
1917. Höhnel (F. von). — *Annales mycologici*, XV, 1917, p. 367.
1918. Theissen (F.) et Sydow (P.). — Synopt. Tafeln, 1918, p. 427-433.
1926. Sydow (H. et P.). — Weitere diagnosen neuer philippinischer Pilze. (*Ann. mycol.*, XIV, 1916, p. 353). *Micropeltis, Leptothyrium, Pycnothyrium, Pycnopeltis.*

(La plupart des auteurs ayant étudié des champignons microscopiques récoltés dans les régions tropicales, signalent des Hémisphériacées; il est impossible de les noter tous.)

III. FAMILLE DES TRICHOPELTACÉES

Theissen 1913-1914

Type. — g. *Trichopeltina* Th.

Cette famille a été créée par Theissen (Trichopeltaceae, 1914), avec des éléments extraits des Microthyriales ; elle constitue une des trois familles des Hémisphériales (*sensu lato*) de Theissen. Nous n'avons étudié qu'un petit nombre de types et cette famille n'est indiquée ici que pour comparer avec les Hémisphériacées.

Elle est caractérisée par un appareil végétatif formé d'une lame mince, constituée de filaments rayonnants placés côte à côte. Dans les formes typiques, la lame mycélienne est très irrégulière, allongée en lobes ramifiées, dendritiques : dans certains types, le champignon a une forme presque circulaire et se rapproche alors beaucoup de certaines Microthyriacées à ascostroma mince (*Myriostigma Guatteriae, cfr. Asterinées*, IV, pl. XII) ; il n'y a, semble-t-il, jamais de filaments externes libres.

Les conceptacles sont incorporés à la face inférieure du thalle, en coupe ils rappellent ceux des Microthyriacées et ds Hémisphériacées, mais peut-être davantage ces dernières. D'autres analogies existent avec les Hémisphériacées ; comme pour ces derniers, quoiqu'on ne puisse pas déceler la pénétration dans l'hôte, les champignons donnent l'impression d'organismes subcuticulaires.

Genres : Theissen (1914) indique les genres suivants :

A. — Trichopeltinées : Thalles linéaires en forme de bandes ramifiées :

I. — Ascospores bicellulaires.

1° Ascospores incolores ..... *g. Trichopeltina*

2° Ascospores colorées ..... *g. Trichopeltella* v. Höhnel.

II. — Spores tricellulaires (incolores)..... *g. Trichopeltis* Speg

III. — Spores tétracellulaires (incolores). *g. Trichopeltula* Theiss.

B. — Brefeldiinées : Thalles circulaires groupés :

I. — Ascospores bicellulaires.

1° Incolores ..... *g. Brefeldiella* Speg.

2° Colorées ..... *g. Pycnocarpon* Theiss

II. — Ascospores tricellulaires (incolores). *g. Gilletiella* S. et S. (1)

Le genre *Trichopeltina* sera seul étudié ici.

Spegazzini (f. Puigg., p. 432) indique que le *g. Trichopeltulum* Speg est la forme pycnide du *g. Trichopeltis*.

1°) Genre **TRICHOPELTINA** Theissen (Trichopeltaceae 1914).

Type. — *Tr. labecula* (Mont.) Theissen.

Car. — Ce genre a été établi pour une vieille espèce de Montagne ; il est caractérisé par son thalle irrégulier, ramifié, et par ses ascospores. L'espèce a été étudiée en détail par von Höhnel (1909), qui en a précisé les caractères.

La disposition du champignon est bien distincte de celle du genre *Trichothyrium* (Microthyriacées), malgré des analogies superficielles ; dans les *Trichothyrium*, le micélium, parasite de celui des *Meliola*, est étroitement appliqué sur ce dernier qu'il recouvre d'une bande ramifiée ayant un peu l'apparence du thalle des *Trichopeltina*, mais qui est entièrement distincte des ascostroma placés à la face supérieure.

(1) Genre placé ici avec doute par Theissen, et qui en fait doit être exclu ; c'est vraisemblablement une Sphériacée. (Voir Chaetothyriées, p. 296.)

a) ***Trichopeltina labecula*** (Montagne) Theissen

Syn. — *Asteroma labecula* Mont. (*Ann. sc. nat. Bot.*, Sér. II, vol. 14. 1840, p. 328) ;

— *Asterina labecula* Mont. (Syll. crypt., 1856, p. 255) ;

— *Trichopeltis labecula* (Mont.) v. Höhnel (*Fragm. Myk.*, X, p. 64, n° 521, 1910).

Ech. dessiné (pl. XIII), éch. type de l'espèce : « *Asterina labecula* Mont ; in foliis *Azarae seratae* ; Herb. du Chili austral envoyé par Cl. Gay, 3e envoi, 1839 ». (Herb. Muséum).

L'échantillon présente aussi une Hemisphériacée à thalle en réseau (fig. B) et à conceptacles nettement délimités ; nous nous sommes demandés un moment si les loges ascogènes observées sous le thalle du *Trichopeltina* n'appartenaient pas au deuxième champignon ; un examen attentif a paru exclure cette hypothèse.

Le *T. labecula* forme à la surface des feuilles (fig. A) des rayures noirâtres, ternes, paraissant parfois recouvrir toute la surface. Le thalle est formé de bandes festonnées, ramifiées (fig. B), présentant par place des ostioles et autour desquels transparaissent les conceptables placés au-dessous (fig. C).

En coupe, le mycélium se montre comme formé d'une seule couche de cellules, sauf au niveau des conceptacles ; malgré l'examen attentif de nombreuses coupes, nous n'avons pas pu observer de pénétration à l'intérieur de l'hôte.

Les conceptacles ont une disposition analogue à celle des Hémisphériacées normales. Dans l'échantillon, les ascospores n'étaient pas suffisamment mûres pour être étudiées.

Bibliographie

(*6. — Trichopeltacées*)

1913. Theissen (F.). — Hemisphaeriales. (*Ann. myc.*, 1913, p. 468.)
1910. Höhnel (F. von). — Fragmente zur Mykologie, X, 1910, p. 64. (*Asterina labecula.*)
1914. Theissen (F.). — Trichopeltaceae n. fam. Hemisphaeralium. (*Centralbl. f. Bakt.*, vol. 39, 1914. p. 625-640, 7 fig., 1 pl.)

IV. TRIBU (?) DES CHAETOTHYRIÉES

Theissen (1913)

Type. — g. *Chaetothyrium* Speg *f. guarani.* II, n° 123.

Historique. — Le genre *Chaetothyrium* a été créé par Spegazzini (1888) et placé d'abord dans les Microthyriacées (*sensu lato*) ; l'étude en a été

reprise par Theissen (1913), l'échantillon-type étant trop réduit, il s'est servi du *Ch. Rickianum* Th., qui lui a paru génériquement semblable ; à la suite de ses observations, Theissen a créé la tribu des Chaetothyriées, qu'il place dans les Hypocréacées et dans laquelle il comprend les trois genres *Chaetothyrium*, *Chaetothyrina* et *Treubiomyces*.

Car. — Ces champignons se rencontrent le plus souvent à la surface des feuilles vivantes, surtout dans les régions tropicales humides. Les Chaetothyriées ressemblent extérieurement beaucoup aux Hémisphériales, mais les asques sont placées dans une loge entourée d'une paroi propre comme un périthèce, ce dernier est recouvert par la couche mycélienne générale à laquelle il est fixé par son sommet, point par lequel il paraît suspendu au mycélium si l'on considère une coupe schématique. Theissen dit, en effet, que le groupe est caractérisé par « der eigenartigen Hangeform der Gehäuse die frei von der Deckschicht gleichsam herabhängen ».

On peut se demander si les Chaetothyriées constituent vraiment un type spécial ou si ce sont simplement des Pyrenomycètes où les périthèces se formant sous une couche mycélienne continue en restent recouverts comme d'un manteau.

Une autre caractère important, d'après Theissen, est la couleur claire et la consistance molle qui ont fait placer le groupe dans les Hypocréacées.

Notons enfin que les trois genres primitifs ont sur la couche mycélienne des soies brunes, dressées, qui ont valu leur nom aux deux premiers genres, mais il semble que des genres non sétuleux soient très voisins des précédents ; c'est le cas particulier de *Scolecopeltopsis* v. Höhnel (*fragm. z, Myk.* VI et VIII), que son auteur place dans les Hypocréacées, probablement aussi du genre que l'on pourrait peut-être créer pour le *Micropeltis Flageoletii* et peut-être aussi du genre *Gilletiella*, que sa teinte brune assez foncée rapproche cependant davantage des Sphériacées.

Chez certaines Chaetothyriées comme chez beaucoup d'Hémisphériacées, la teinte n'est ni franchement brune, comme chez les Sphériacées, ni franchement vive, comme chez les Hypocréacées ; son intensité est, du reste, très variable, et la consistance des conceptacles est tantôt charnue, comme chez les Hypocréacées, tantôt visqueuse-élastique, comme chez les Sphériacées formant des fumagines (*Limacinia, Limacinula*). Beaucoup de ces champignons, par suite, ont une allure équivoque qui rend leur classification douteuse. Notons que les *Limacinia* (Sphériacées) ont des soies brunes dressées, mais elles paraissent de nature différente de celles des Chaetothyriées, dont, du reste, les formes sétuleuses s'éloignent nettement des Sphériacées. On peut se demander, comme pour les Hémisphériacées, si beaucoup de caractères des Chaetothyriées ne résultent pas d'une adaptation à des conditions spéciales de milieu. Comme pour les Hémisphériacées, on n'a jamais

décrit de pénétration du mycélium dans les tissus de l'hôte et nous n'avons observé aucun phénomène de ce genre dans le *Micropeltis Flageoletii* étudié. Comme chez les Hémisphériales, les ascospores sont toujours incolores. Il conviendrait de comparer également les Chaetothyriées avec le groupe des Naetrocymbées qui est sans valeur réelle.

Genres. — Nous n'avons pas à faire ici une étude complète du groupe, nous n'indiquerons que les genres suivants :

A. Couche mycélienne pourvue de soies brunes :

1° Ascospores bicellulaires ..... g. **Chaetothyrina** Th. type *Ch. musarum* (Speg.) Th.

2° Ascospores tétracellulaires ..g. **Chaetothyrium** Speg. emend. Th. (syn. *Molmeomyces* Starb), type *Ch. guaraniticum* Speg. *Ch. pulchelum* (Starb) Th., *Ch. Rickianum* Th.

3° Ascospores muriformes (c.-à-d. cloisonnées dans les deux sens).... g. **Treubiomyces** v. Höhnel (emend Th.) *Tr. pulcherrimus* v. H.

B. — Couche mycélienne dépourvue de soies :

1° Acospores oblongues ; fusoïdes à plusieurs cloisons transversales (c.-à-d. phragmosporées):

a) Conceptacles isolés ..... « *Micropeltis? Flageoletii* ».

b) Conceptacles groupés (genre à place douteuse).. g. *Gilletiella* Sacc.

2° Ascospores vermiformes, cloisonnées transversalement (scolécosposées) : ..... g. **Scolecopeltopsis** v. Höhnel (syn. *Scolecopeltis* Speg., type *S. aeruginea* [Zimm.] v. Höhnel).

Certaines espèces tropicales placées dans le genre *Acanthostigma* paraissent se rapprocher des Chaetothyriées.

Le *Micropeltis? Flageoletii* sera seul examiné ici.

a) ***Micropeltis Flageoletii*** Sacc. (1893).

Car. — *Perithèces* mous, bruns, très clair, recouverts par la couche générale de mycélium s'étendant sur une grande partie de la feuille et dépourvus de soies. *Asques* oblongs-allongés, octosporés, sans paraphyses. *Ascospores* oblongues-fusiformes, à plusieurs cloisons transversales, incolores.

Se distingue des formes non sétuleuses de *Limacinia* par la couleur beaucoup plus claire, par la disposition lacuneuse du mycélium placé sur les côtés du périthèce, et par l'allure générale qui se rapproche de celle des Hémisphériacées, d'où le nom de *Micropeltis* appliqué d'abord à l'espèce type ; mais par la disposition interne le champignon s'éloigne, sans doute possible, de ce dernier genre. — Une seule espèce connue de ce type.

Ech. dessiné (pl. XIV) : « C. Roumeguère. Fungi selecti exsiccati, n° 6362. — *Micropeltis Flageoletii* Sacc..... Sur feuilles vivantes de *Hedera Helix* et de *Ilex aquifolium*, Rigny-sur-Arroux (Saône-et-Loire), mai-juin 1893 ; — Flageolet » (Herb. S.P.V.P.).

L'échantillon étudié est sur feuilles de lierre (*Hedera Helix*) d'après l'étiquette ; il doit aussi se trouver sur les feuilles vivantes d'*Ilex aquifolium* ; mais nous n'avons eu à notre disposition que l'échantillon sur *Hedera* où il se trouve surtout sur la face supérieure. Le champignon a une disposition assez analogue à celle d'une Sphériacée du genre *Limacinia*, mais la couleur est très pâle ; on trouve un périthèce pourvu d'une paroi bien nette et formant une enveloppe complète, globuleuse ou légèrement déprimée ; elle est en quelque sorte recouverte par une couche mycélienne mince, prolongeant le périthèce proprement dit par une aile circulaire qui s'étale sur la feuille et se continue en un mycélium incolore. Vu par dessus, le champignon ressemble beaucoup à une Micropeltidée ; mais, en coupe, la présence d'une paroi continue et différenciée autour de la loge montre que le champignon n'est pas une Hémisphériacée ; à cause de la faible coloration du champignon, on peut hésiter entre les Sphériales et les Hypocréales ; le champignon présente une disposition analogue à celle des Chaetothyriées de Theissen. Si le champignon était brun plus foncé on serait amené à le placer dans le genre *Limacinia*.

Les asques sont oblongs-allongés, octosporés ,dépourvus de paraphyses. Ls ascospores sont oblongues-fusiformes, à trois cloisons transversales incolores et mesurent : 14×4 µ.

Sur le lierre on a écrit un *Acanthostigma ? Hederae* Pat. (1) qui, à première vue présente quelques analogies avec le précédent, mais, d'après la diagnose, le mycélium est brun-noir ; les périthèces bruns présentent des soies noires et sont accompagnées de pycnides ; le champignon a par suite l'apparence d'une fumagine et il est vraisemblablement indentique au *Limacinia Citri*. On peut se demander si le *Micropeltis Flageoletii* n'est pas une forme décolorée du *Limacinia*, mais jusqu'ici rien ne démontre cette identité.

Bibliographie

(7. — *Chaetothyriées*)

1888. Spegazzini (C.). — Fungi guaranitici, II, 1888.

1893. Saccardo (P. A.). — Fungilli novi europaei et asiatici. (*Grevillea*, XXI, n° 99, 1893, p. 65-69, pl. 184.) *Micropeltis Flageoletii*.

1909. Höhnel (F. von). — Fragmente zur Mykologie, VII et VIII. (*Sitz. Akad.* Wissen. Wien, Bd. CXVIII, 1909, p. 275-452 et p. 1157-1246). — G. *Scolecopeltopsis*, *S. transiens*.

1913. Theissen (F.). — Uber einige Mikrothyriaceen. (*Annales mycologici*, XI, 1913, p. 493.)

(1) Patouillard (N.). — Fragments mycologiques. (*Journal de Botanique*, III, 1889, p. 256-259.)

Explication des Planches

Pl. I. — *Calicium salicinum* Pers. — A. fragment de bois de saule portant le ch. gr. nat — B. *id.*, avec apothécies pédicellées du *Calicium* et, à gauche, apothécies sessiles d'un lichen, gr. 10. — C. et D. Coupes longitudinales de deux apothécies, gr. 50. — E. Portion d'une coupe longitudinale axiale du pied, gr. 375. — F. Asques et paraphyses. gr. 1.000. — G. Ascospores, gr. 1.000. —— *Calicium populneum* de Brond. — H. Fragment d'écorce de peuplier (*Populus alba*), portant le ch., gr. nat. — I. Fragment de H, gr. 10. — J.Apothécies, gr. 50. — K. Apothécies ramifiées, gr. 50. — L. Coupe longitudinale d'une apothécie, gr. 50. — M. Portion d'un coupe longit. et axiale du pied, gr. 375. — N. Asques et paraphyses, gr. 1.000. — O. Ascospores, gr. 1.000.

Pl. II. — *Acrospermum compressum* Tode. — A. Tige d'ortie (*Urtica dioica*), portant les apothécies sur les parties décortiquées, gr. nat. — B. Fragment de A, portant des apothécies, à sec, gr. 10. — C. Coupe transversale de la partie extérieure du bois de la tige A, avec mycélium stromatique du champignon, gr. 375.— D. Deux apothécies à l'état sec, gr. 50. — E. Fragment de la paroi de l'apothécie vue de face, gr. 375. — F. Coupe transversale de l'apothécie humectée, gr. 50. —G. Portion marginale de la coupe F., gr. 375. — H. Coupe longitudinale d'une apothécie humectée, gr. 50. — I. Asques et paraphyses (les asques sont représentés par un double trait), gr. 125. — J. Partie supérieure d'un asque, gr. 1.000. — Var. *gramineum* Lib. — K. Coupe d'une gaîne de feuille portant une jeune apothécie, gr. 50. — L. Bord interne de la gaîne en face d'une apothécie, avec stroma et mycélium du champignon, gr. 375.

Pl. III. — *Caliciopsis Tiliae* Arn. — A. Fragment d'écorce de tilleul (*Tilia silvestris*), portant le ch. gr. nat. — B, *id.*,gr. 10. — C. Groupe d'apothécies et de pycnides, gr. 10. — D. Mycélium dans l'écorce, gr. 375. — E. Portion de la paroi d'une pycnide avec stylospores, gr. 1.000. — F. Apothécie avec, à sa base, une pycnide, gr. 50. — G. Coupe longitudinale de la partie supérieure d'une apothécie, gr. 50. — H. Portion de la paroi d'une apothécie en coupe longitudinale axiale, gr. 375. — I. Partie inférieure de la couche d'asques, gr. 1.000. — J. Ascospores immatures, gr. 1.000. — K. Ascospores libres, gr. 1.000. —— *Caliciopsis pinea* Peck. — L. Fragment d'écorce de pin (*Pinus strobus*), portant le ch., gr. nat. — M. Coupe d'un groupe de pycnides, gr. 50. — N. Apothécies et pycnides, gr. 10. — O. Coupe longitudinale d'une apothécie, gr. 50. — P. Ascospores libres, gr. 1.000.

Pl. IV. — *Caliciopsis calicioides* (Fries) Fitzpatrick. — A. Fragment d'écorce de Peuplier (*Populus*), avec le ch., gr. nat. — B. *id.*, gr. 10. — C. Deux apothécies vues au micro., gr. 50. — D. Coupe longitudinale d'une apothécie, gr. 50. — E. Trois asques avec ascospores immatures, gr. 1.000. — F. Ascospores émises à l'extérieur, gr. 1.000.

Pl. V. — *Sorica maxima* (B. et C.) Gies. — A. Fragment de feuille de fougère (*Polypodium*) portant le ch. gr. nat. — B. Fragment de sore avec le *Sorica*, vu par-dessus, gr. 50. — C. Moitié d'une coupe passant par un sore parasité (le mycélium interne est représenté en pointillé), gr. 50. — D. Comme C., gr. 375. — E. Coupe longitudinale d'une apothécie mûre, prolongeant une apothécie vieille, gr. 50. — F. Portion externe de la paroi d'une apothécie, vue de face, gr. 375. — G. Section longit. de la paroi

d'une apothécie passant par l'axe, gr. 375. — H. Coupe de l'extrémité d'une apothécie, gr. 375. — I. Portion de la région ascogène (partie renflée de l'apothécie), gr. 1.000. — J. Ascospores libres, gr. 1.000.

Pl. VI. — Lagenula nigra (Schl.) Arn. — A. Rameau de genévrier (*Juniperus communis*), portant les apothécies dans les anfractuosités d'un tumeur, gr. nat. — B. Coupe de la tumeur et du rameau, gr. 2. — C. Mycélium dans le liège cortical, gr. 375. — D. Apothécies dans une anfractuosité de la tumeur, gr. 10. — E. Trois apothécies présentant un amas de spores au-dessus de l'orifice, gr. 50. — F. Coupe longitudinale d'une apothécie. gr. 50. — G. Portion inférieure de la couche d'asques, gr. 1.000. — H. Ascospores libres, gr. 1.000. —— *Lagenula fructicola* (Pat.) Arn. — I. Fruit de *Myrsine* portant le ch., gr. nat. — J. *id.*, gr. 10. — K. Groupe d'apothécies, gr. 50. — L. Portion d'une coupe du fruit, présentant quatre apothécies, dont une en coupe longitudinale, gr. 50. — M. Partie inférieure de la couche d'asques, gr. 1.000. — N. Ascospores libres, gr. 1.000.

Pl. VII. — *Lagenula arrhiza* (Pat.) Arn. — A. Fragment de feuille portant le ch., gr. nat. — B. *id.*, gr. 10. — C. Une apothécie, gr. 50. — D. Une apothécie en coupe longitudinale (demi-schématique), gr. 50. — E. Asques et ascospores jeunes ; à gauche, un asque gonflé, gr. 1.000. — F. Spore d'origine inconnue, trouvée adhérente vers le sommet du col d'une apothécie, gr. 1.000. —— *Tripospora tripos* (Cooke) Lindau. — G. Feuille de *Podocarpus* portant le ch., gr. nat. — H. Fragment de feuille portant les apothécies et pycnides, gr. 10. — I. Fructifications (apothécies et pycnides), vues de profil, gr. 50. — J., K., L., Coupes de la feuille au niveau de fructifications à divers états (pycnides au centre, apothécies sur les bords), gr. 50. — M. Mycélium dans le parenchyme foliaire, gr. 375. — N. Stylospores, gr. 1.000. — O. Asques jeunes d'une jeune apothécie, gr. 1.000.

Pl. VIII. — *Corynelia oreophila* (Speg.) Starbäck. — A. Feuille de *Podocarpus*, portant deux groupes d'apothécies, gr. nat. — B. Groupe d'apothécies sur un morceau de feuille, gr. 10. — C. Coupe d'une feuille portant les apothécies, gr. 50. — D. Portion externe de la paroi d'une apothécie (en coupe longit.), vers le milieu du renflement basilaire ascogène, gr. 375. — E. Asques à divers états, gr. 1.000. — F. Ascopores mûres, vues en coupe optique par transparence, gr. 1.000. — G. Aspect de la surface d'une ascospore, gr. 1.000. —— *Corynelia uberata* Ach. — H. Coupe d'une feuille de *Podocarpus elongatus* portant des apothécies incomplètement mûres, gr. 50. — I. Mycélium dans le parenchyme foliaire, gr. 375.

Pl. IX. — *Coryneliella consimilis* Hariot et Karsten. — A. Fragment d'écorce portant le ch., gr. nat. — B. *id.*, gr. 10. — C. Coupe de B. (ne passant pas par l'axe des fructifications, qui sont noires), à la surface thalle blanchâtre en mince couche (ponctuée sur le dessin), gr. 1.000. — E. Ascospores libres, gr. 1.000. —— *Corynelia uberata* Ach. — F. Feuille de *Podocarpus*, portant le ch., gr. nat. — G. Portion de A., gr. 20. — H. Une apothécie, gr. 40. — I. Groupe d'apothécies mûres (d'après Fitzpatrick).

Pl. X. — *Microthyriella Rickii* (Rehm) von Höhnel. — A. Feuille de *Zanthoxylon* portant le ch., gr. nat. — B. Portion de feuille avec une fructification, gr. 10. — C. Portion du ch. avec deux fructifications, l'une jeune, l'autre mûre, gr. 50. — D. Coupe de la feuille et d'une fructification, gr. 50. — E. Mycélium incolore général, dont le contenu est supposé coloré (presque invisible à l'état normal), gr. 375. — F. Fausse paroi (couche mycélienne) de la face externe des fructifications, gr. 375. — G. Portion d'une coupe de fructification (renversée par rapport à D), gr. 375. — H. Une ascospore, gr. 1.000.

Pl. XI. — *Micropeltis applanata* Mont. — A. Fragment de feuille portant le ch., gr. nat. — B. Portion de A., gr. 10. — C. Un ascostroma sur un lambeau d'épiderme, vu par dessus, gr. 50. — D. Fragment de la fausse paroi (couche mycélienne) de l'ascostroma, gr. 375. — E. *id.*, gr. 1.000. — F. Coupe d'un ascostroma, gr. 50. — G. Partie centrale de la coupe d'un ascostroma, gr. 375.

Pl. XII. — *Diedickea singularis* Syd. — A. Feuille portant le ch. face sup., gr. nat. — B. Portion de A., gr. 10. — C. *id.*, gr. 50. — D. *id.*, gr. 375. — E. Coupe de la feuille et de pycnides, gr. 375.

Pl. XIII. — *Trichopeltina labecula* (Mont.) Th. — A. Feuille d'*Azara serrata* portant le ch. à la face supérieure, gr. nat. — B. Bandes de mycélium du *Trichopeltina*, accompagnées de conceptacles et du mycélium d'une Hémisphériacée, gr. 50. — C. Plaques mycéliennes avec nombreux ostioles, gr. 50. — D. Plaques mycéliennes, dont une circulaire, et une autre lobée, avec un ostiole, gr. 375. — Coupe du mycélium et d'un conceptacle ascogène presque mûr, gr. 375.

Pl. XIV. — « *Micropeltis ? Flageoletii* » Sacc. — A. Face supérieure d'une feuille d'*Hedera Helix*, portant le ch., gr. nat. — B. Portion de A., gr. 10. — C. Une fructification vue par dessus, gr. 50. — D. Coupe de la partie supérieure de la feuille et d'une fructification, gr. 375. — E. Portion de la coupe d'une fructification, gr. 1.000. — F. Ascospores, gr. 1.000.

Bibliographie

(Compléments)

Depuis dix ans les espèces des groupes précédents ont figuré fréquemment dans les listes de déterminations publiées par de nombreux mycologues ayant étudié les champignons tropicaux ; il est impossible de donner une bibliographie complète.

1916. Theissen (F.). — Beiträge zur Systematik der Ascomyzeten (*Ann. myc.* xiv, 1916, p. 401). — *g. Vizella.*

1925. Stevens (F. L.). — Hawaiian fungi (*Bernice P. Bishop Museum. Bull.* 19 ; 1925). — *Hemisphériacées* et *Trichopeltacées.*

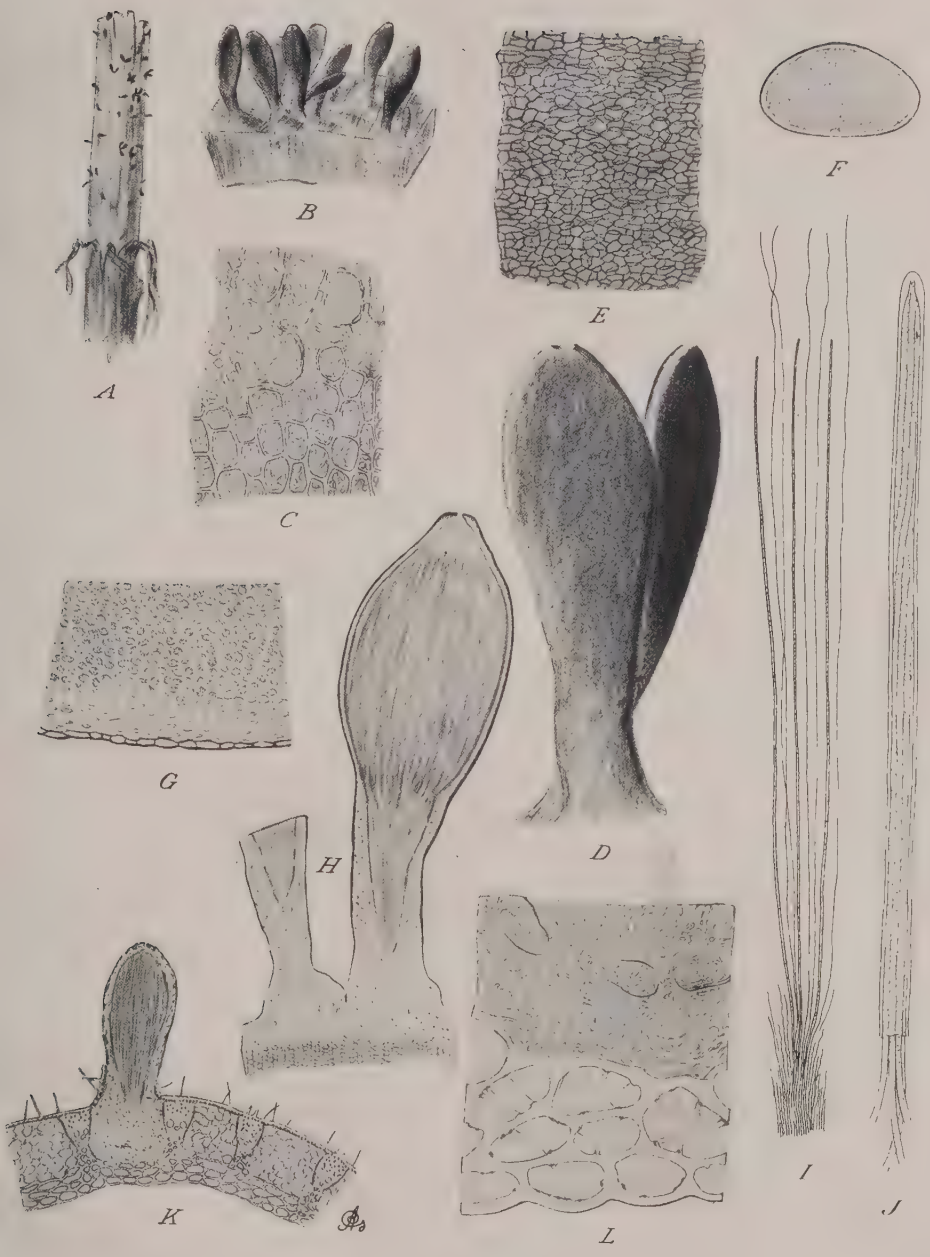
1929. Petrak (F.) und Sydow (H.). — Kritisch-systematische Originaluntersuchungen über Pyrenomyzeten... W. (*Ann. myc.* xxvii, 1929, p. 87.) — *g. Vizella.*

1929. Petrak (F.). — Mykologische Notizen (*Ann. myc.* xxvii, 1929, p. 324). — *g. Phragmothyriella* et *Myriangiella.*

1930. Overholts (L. O.). — Mycological notes for 1928-1929. (*Mycologia*, 1930, p. 232, pl. 28-31.) — *Caliciopsis pinea.*

1931. Ikata (S.) and Hitomi (T.). — A new leaf-blight disease of the grape-vine (*Annals Phytopath. Society Japan*, II, 1931, p. 357-373, 2 fig., 2 pl.). — *Acrospermum viticolum.*

Calicium salicinum (A. à G.) et *C. populneum* (H. à D.).



Acrospermum compressum.

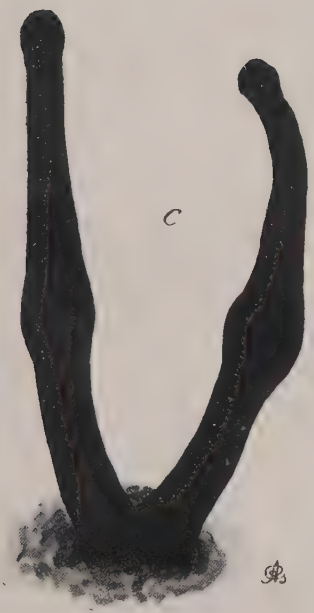
Caliciopsis Tiliae (A. à K.) et *Caliciopsis pinea* (L. à P.).

A

B

F

E

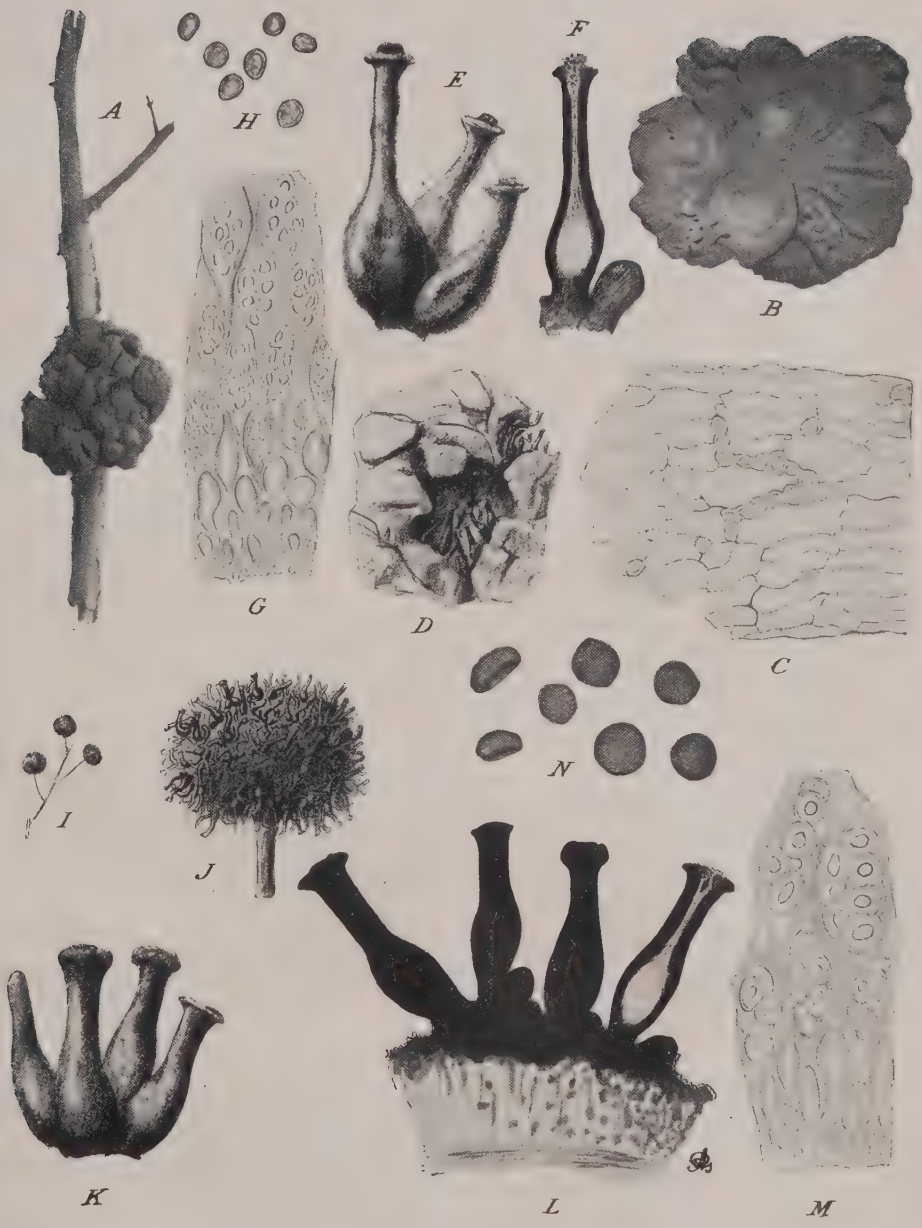


C

D

Caliciopsis calicioides.

Sorica maxima.



Lagenula nigra (A. à H.) et *L. fructicola* (I. à N.).

Lagenula arrhiza (A. à F.) et *Tripospora tripos* (G. à O.).

Corynelia oreophila (A. à G.) et *C. uberata* (H. et I.).

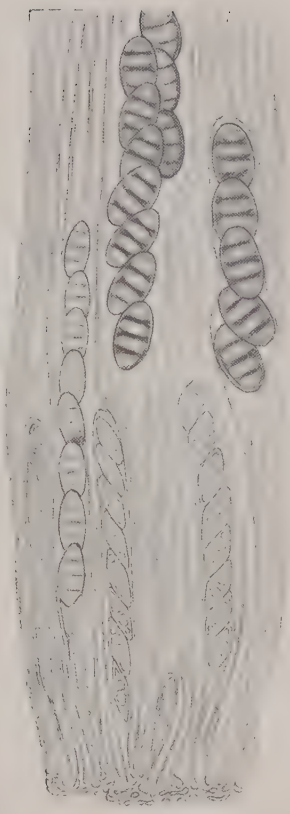
A.

C.

E.

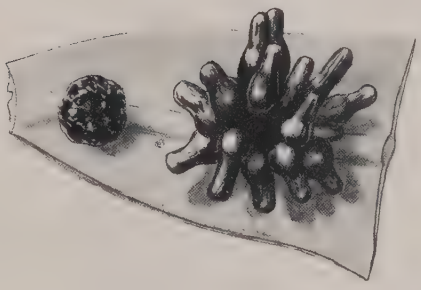
B.

I.



D.

F.

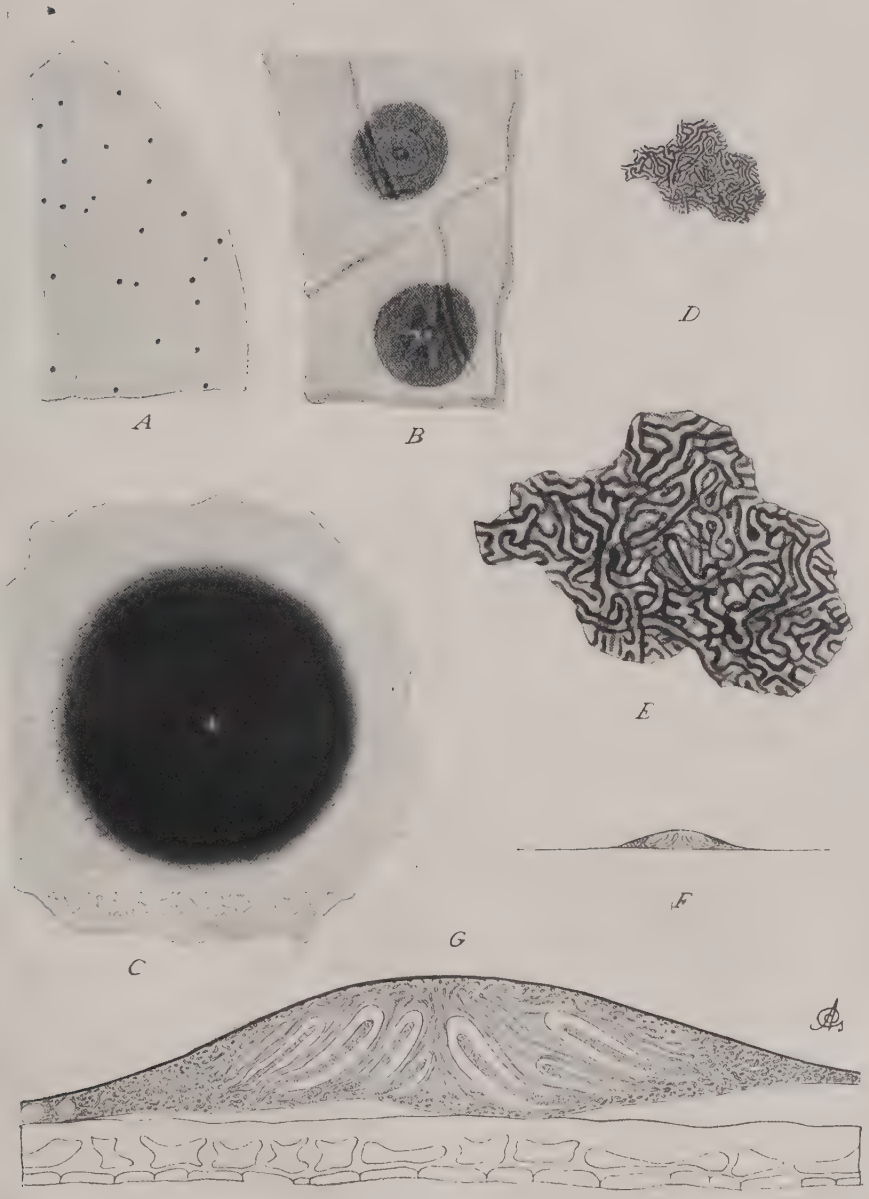


G.

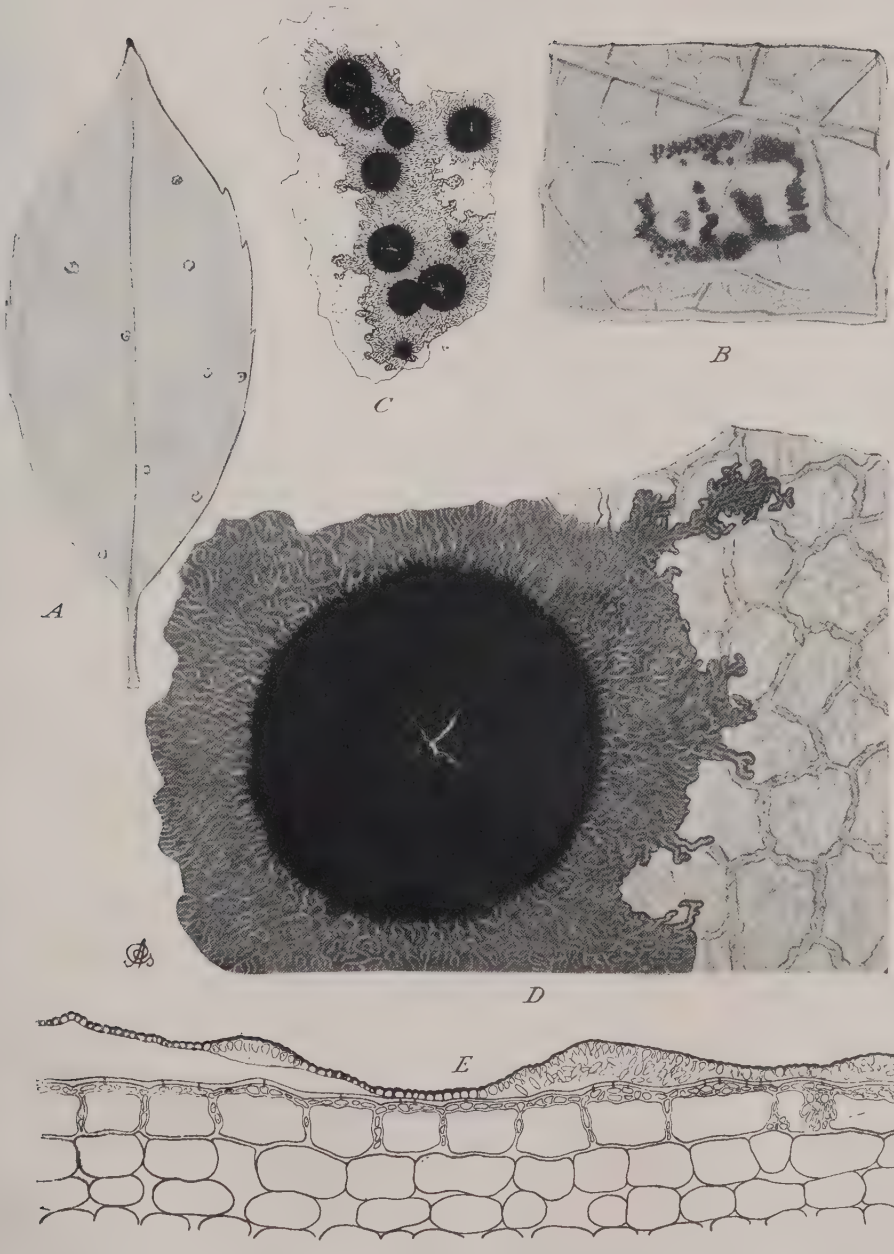
H.

Coryneliella consimilis (A. à E.) et *Corynelia uberata* (F. à I.).

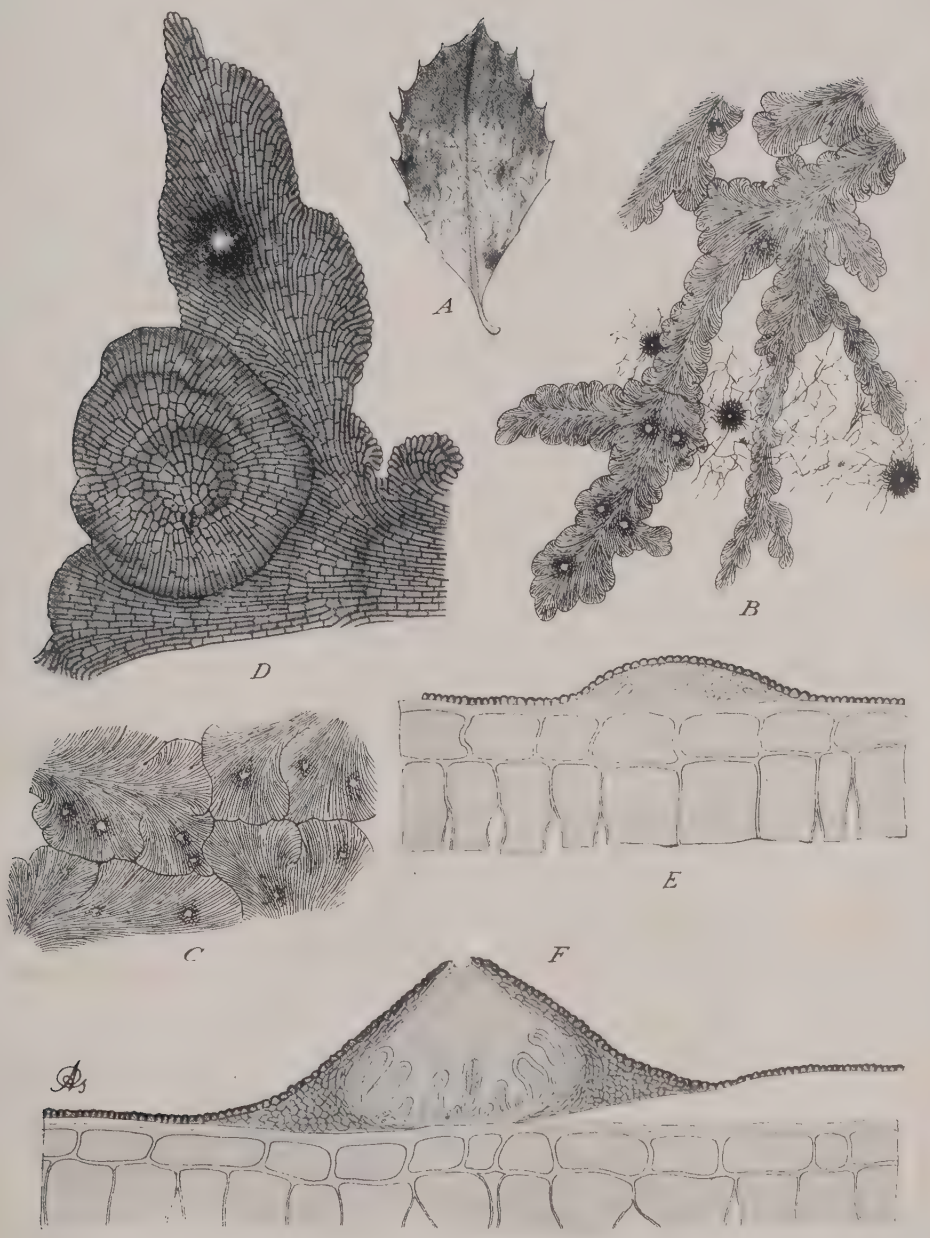
Microthyriella Rickii.



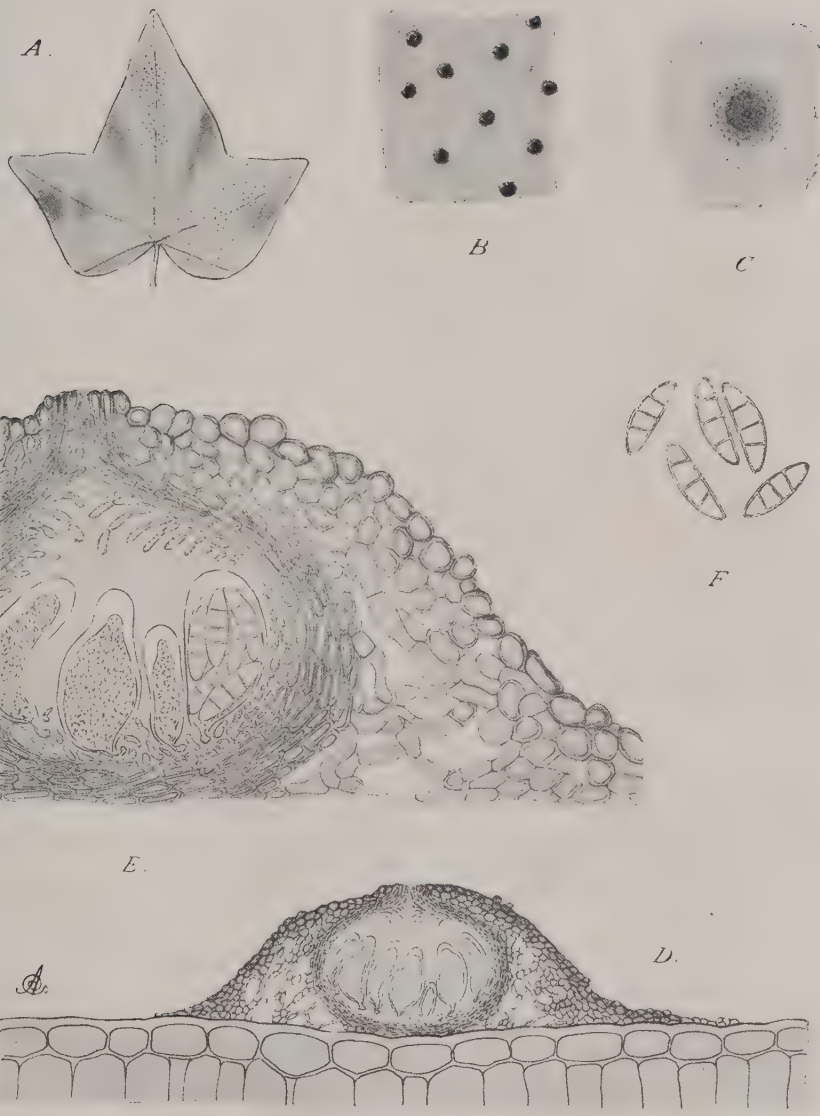
Micropeltis applanata.



Diedickea singularis.



Trichopeltina labecula.



Micropeltis? Flageoletii.

RECHERCHES SUR LE DORYPHORE

(*Leptinotarsa decemlineata* Say.)

par J. Feytaud

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Directeur de la Station entomologique du Sud-Ouest.

PREMIÈRE PARTIE : OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

Sommaire

a) Données anatomiques, p. 304 : Insecte parfait, p. 304 ; Larve, p. 306 ; Caractères sexuels, p. 309.
b) Reproduction et développement, p. 311 : Accouplement, p. 311 ; Ponte, p. 314 ; Fécondité, p. 316.
Incubation, p. 324 ; Eclosion, p. 326 ; Evolution larvaire, p. 327.
Cycle vital, p. 329 ; Générations annuelles, p. 330.
c) Alimentation, p. 333 ; Dégâts, p. 333 ; Résistance au jeûne, p. 334 ; Plantes nourricières, p. 338 ; Variations de poids, p. 347.
d) Relations avec le sol, p. 349 : Nymphose, p. 350 ; Hibernation, p. 352 ; Profondeur des hibernants, p. 357 ; Essais de décalage des périodes de repos et d'activité, p. 360.
e) Déplacements et migrations, p. 363 : Marche, p. 363 ; Flottaison, p. 365 ; Vol, p. 365 ; Transports accidentels, p. 372.
f) Marche de l'invasion, p. 372 : La tache bordelaise, p. 372 ; la tache limousine, p. 375 ; Les foyers du Poitou, p. 378 ; Considérations générales, p. 382 ; Facteurs de la répartition, p. 384.

La Chrysomèle américaine, bien connue sous le nom commun de Doryphore ou Doryphora et sous l'appellation scientifique de *Leptinotarsa decemlineata* Say, fut découverte en France pour la première fois au mois de juin 1922. J'ai rendu compte, dans une précédente étude, des premiers résultats de notre enquête et des recherches qui furent effectuées immédiatement en Gironde pour la mise au point des procédés de lutte (1).

Le mémoire actuel a pour but de continuer l'histoire de l'invasion doryphorique et des travaux qu'elle a suscités, en exposant les principales observations faites à la Station de Bordeaux de 1923 à 1930. Il sera divisé en trois parties : dans la première prendront place les données relatives à

(1) Dr J. Feytaud. — Etude sur le Doryphore et les moyens de le combattre. (*Annales des Epiphyties*, tome IX, 1923).

la biologie du ravageur et aux progrès de son invasion à travers les cultures du sud-ouest, de l'ouest et du centre ; la seconde sera consacrée aux moyens de défense artificiels ; la troisième aux moyens naturels en rapport avec les ennemis et parasites.

Les recherches dont il s'agit ont été faites avec la collaboration des divers préparateurs qui se sont succédé dans ce laboratoire et plus spécialement celle de M. Dieuzeide en 1923 et 1924, de M. Bruneteau de 1923 à 1926, puis en 1930, de M. Meilhan de 1927 à 1929. Une part active a été prise à ces recherches, depuis l'origine, par le garçon de laboratoire Ramadier, qui a d'ailleurs construit la majeure partie du matériel utilisé.

Fig. 1. — Larve, nymphe et adulte de *Leptinotarsa decemlineata* Say, grossis environ 2 fois.

Dans cette première partie, après avoir résumé les données anatomiques, j'envisagerai successivement les remarques faites à propos de la reproduction et du développement (accouplement, ponte, incubation des œufs, évolution larvaire), de l'alimentation, des rapports avec le sol (nymphose, hibernation), des déplacements et migrations (marche, flottaison, vol, transport par véhicules). Je résumerai ensuite la marche de l'invasion doryphorique en France et les conditions d'après lesquelles se répartissent les foyers.

a) Données anatomiques

Aucun point de vue ne devait être négligé dans l'étude d'un ravageur de telle importance que le Doryphore. Aussi ai-je voulu faire connaître ses particularités anatomiques qui pouvaient d'ailleurs fournir aux jeunes naturalistes de mon entourage l'occasion d'un travail intéressant. Je me contente de résumer ici les données ainsi acquises sur l'anatomie de l'insecte parfait, sur celle de la larve et sur les caractères sexuels.

Anatomie de l'insecte parfait. — Dès 1925, M. Jean Bruneteau s'est attaché à décrire l'aspect extérieur et la coloration des diverses parties de l'insecte parfait ; il a examiné les pièces squelettiques de la tête, du thorax et des appendices (antennes, pièces buccales, pattes, ailes), avec les muscles, dont l'isolement ne laisse pas d'être fort délicat. Puis il s'est adonné aux dis-

sections fines pour étudier l'anatomie interne de ce même insecte parfait (1 .

Le tube digestif, dont la longueur totale atteint presque trois fois celle

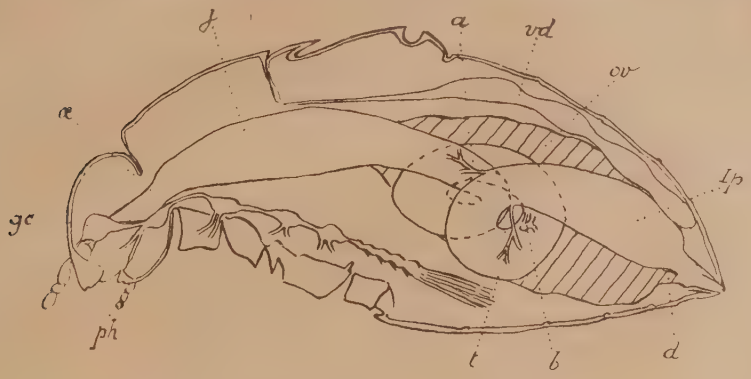


Fig. 2. — Schéma de l'organisation générale du *Leptinotarsa decemlineata* femelle : *ph*, *œ*, *j*, *a*, *ip*, diverses parties du tube digestif ; *b*, point de départ des tubes de Malpighi ; *t*, leur point de retour à la paroi intestinale ; *vd*, vaisseau dorsal ; *ov*, *d*, organes génitaux ; *gc*, ganglions cérébroïdes (d'après Bruneteau).

du corps, lui est apparu assez peu différencié d'un bout à l'autre au point de vue de l'aspect extérieur et même du calibre ; il forme dans l'abdomen deux boucles successives. Au niveau de la deuxième anse se détachent six

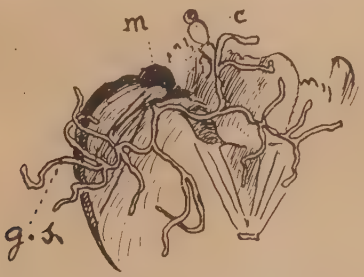


Fig. 3. — Glande salivaire du *Leptinotarsa* adulte : *gs*, glande ; *m*, point d'insertion de la mandibule ; *c*, maxille avec son palpe (d'après Bruneteau).

tubes de Malpighi (deux plus petits un peu en avant des quatre autres), qui, par l'autre bout, reviennent se juxtaposer 3 par 3 et s'unir à la paroi intestinale, dans l'épaisseur de laquelle ils se ramifient. Les glandes salivaires ont

(1) J. Bruneteau. — Contribution à l'étude des caractères extérieurs et des pièces squelettiques du Doryphore (*Revue de Zool. agricole*, Bordeaux, 1927). — Contribution à l'étude anatomique du Doryphore à l'état d'insecte parfait (*ibid.*, 1928).

la disposition d'un tube en Y ; les branches, bifurquées à leur tour, portent chacune 7 digitations (2+5). Le cœur, qu'il est difficile de mettre entièrement en évidence par la dissection, présente 4 chambres successives réparties le long de l'abdomen.

Le système nerveux présente une coalescence très marquée des ganglions abdominaux, qui forment une courte chaîne (3 petits renflements suivis d'une masse terminale plus grosse) contenue presque entièrement dans le

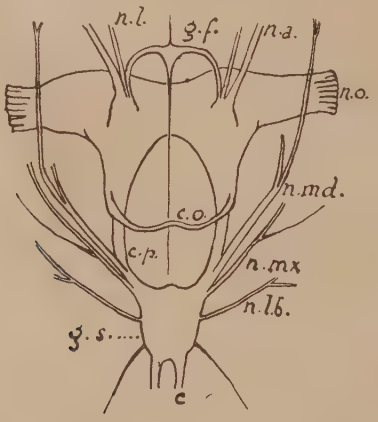


Fig. 4. — Partie antérieure du système nerveux central de l'adulte : *nl*, nerf du labre ; *na*, nerf antennaire ; *no*, nerf optique ; *nmd*, nerf mandibulaire ; *nmx*, nerf maxillaire ; *nlb*, nerf labial ; *gs*, ganglion sous-œsophagien ; *co*, commissure ventrale ; *gf*, ganglion frontal ; ensemble vu par la face ventrale (d'après Bruneteau).

métathorax. Des ganglions cérébroïdes partent non seulement sur le côté les pédoncules optiques, en avant les nerfs du labre, des antennes et les racines du ganglion frontal (système sympathique), en arrière les connectifs du collier périœsophagien, mais aussi les racines d'une commissure transverse ventrale analogue à celle qu'Audouin et Milne Edwards avaient tout d'abord signalée chez les Crustacés, et qui fut ensuite retrouvée chez divers insectes adultes (Criquet, Courtilière, Dytique, Guêpe, etc.).

L'appareil génital mâle offre à considérer deux testicules à double renflement, deux canaux déférents recevant chacun une glande tubulaire annexe, puis un canal éjaculateur commun qui aboutit à un pénis assez compliqué. Dans l'appareil femelle, chaque ovaire forme un faisceau de gaines ovigères et les deux oviductes se réunissent pour constituer un conduit impair, qui communique, par l'intermédiaire d'un canal annexe, avec un réceptacle séminal incurvé à la manière d'une crosse et surmonté d'une glande en forme de doigt.

Anatomie de la larve. — De son côté, M. Jacques Bounhiol, assistant à la Faculté des sciences de Bordeaux, consacrait un petit mémoire à la des-

cription et à l'examen anatomique de la larve âgée du *Leptinotarsa*, dont il a établi d'excellentes figures (1). Comme M. Brunetau, il étudie les pièces squelettiques, en insistant sur la tête, les pièces buccales.

A propos de l'appareil digestif, il note la constitution des glandes salivaires, bien différente de ce qu'elle est chez l'insecte parfait : ici, ce sont de longs tubes pelotonnés dans le thorax, passant à la tête par la communication céphalothoracique ventrale, pour aboutir chacun à la face interne du stipe

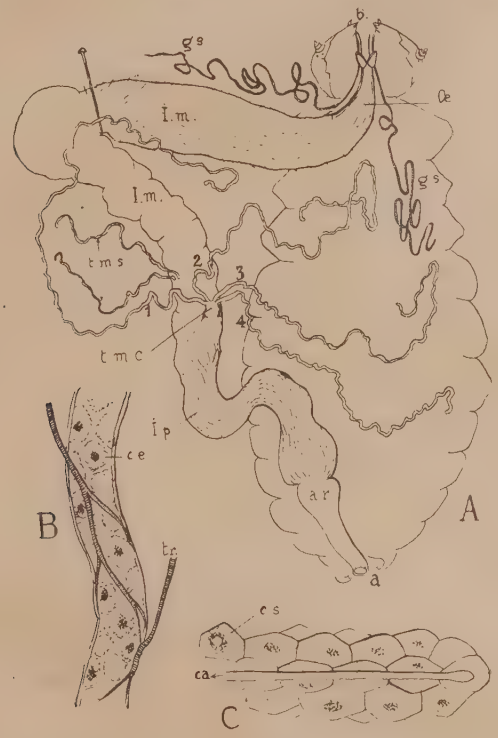


Fig. 5. — *A*. Appareil digestif et ses annexes, chez la larve ; *oe*, *Im*, *Ip*, *ar*, diverses parties du tube digestif ; *gs*, glandes salivaires ; *tmc*, *tms*, tubes de Malpighi.
B. Portion d'un tube de Malpighi fortement grossi, entouré de trachées.
C. Extrémité d'une glande salivaire très grossie (d'après J.-J. Bounhiol).

de la mâchoire ; l'étalement d'un de ces tubes sous le microscope montre qu'ils comprennent plusieurs rangées longitudinales, régulières, de cellules sécrétrices à gros noyau.

Les tubes de Malpighi sont disposés chez la larve à peu près comme chez

(1) J.-J. Bounhiol. — Contribution à l'étude anatomique de la larve de *Leptinotarsa decemlineata* Say (*Revue de Zool. agric.*, Bordeaux, 1927).

l'adulte, en deux groupes, un de deux plus courts et grêles, l'autre de quatre plus longs et plus gros ; ces quatre derniers se détachent par paire d'une sorte de tout petit cœcum, deux à droite, deux à gauche. M. Bounhiol a décelé, sous le microscope, les rameaux du système excréteur dans la gaine conjonctive plissée qui entoure l'intestin postérieur ; cela rappelle la disposition précédemment notée par Poyarkof chez la Galéruque de l'Ormeau.

La dissection du système nerveux de la larve montre les ganglions cérébroïdes juxtaposés, nettement piriformes, renflés en arrière, prolongés chacun en avant par deux cornes : la corne dorsale donne d'une part le nerf antennaire, de l'autre le nerf ocellaire, qui se divise en trois branches à double terminaison correspondant aux six ocelles groupés deux par deux de chaque côté ; de la corne ventrale partent un nerf labral, une racine du ganglion frontal, le connectif periœsophagien, enfin la racine de la commissure transverse, qui existe aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte. A partir de la masse ganglionnaire sous-œsophagienne, M. Jacques Bounhiol a suivi

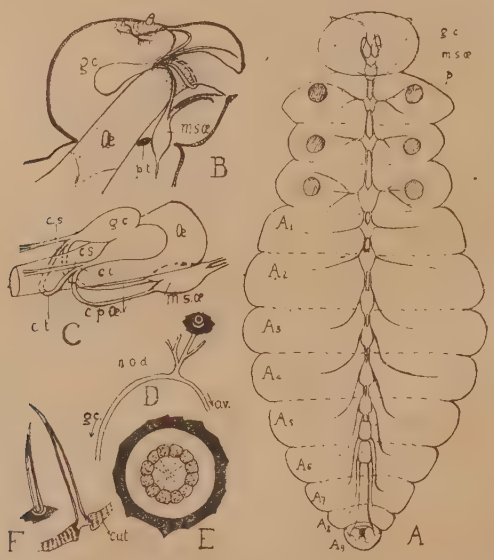


Fig. 6. — Système nerveux et organes des sens de la larve : *A*. Disposition générale du système nerveux ; *B*. et *C*. Sa partie céphalique ; *D*. Innervation d'un ocelle ; *E*. Ocelle plus grossi ; *F*. Poils ; *gc*, ganglion cérébroïde ; *msœ*, masse sous-œsophagienne ; *ct*, commissure transverse ; *cs*, corne dorsale ; *ci*, corne ventrale (d'après J.-J. Bounhiol).

de même, et de chaque côté, outre le connectif du collier et de la chaîne, le nerf mandibulaire, sur lequel paraît exister un petit ganglion de relais, le nerf maxillaire aboutissant au stipe de la mâchoire tout près du débouché

de la glande salivaire, le nerf labial, très fin, très fragile, très difficile à isoler.

A la suite s'échelonnent les trois ganglions thoraciques en position normale, le troisième beaucoup plus volumineux ; puis huit ganglions abdominaux, dont le premier seul est entièrement compris dans le segment auquel il correspond, tandis que tous les autres sont plus ou moins avancés, par rapport à leur place normale, à tel point que le huitième (qui est en réalité double et correspond aux ganglions des segments 8 et 9) se trouve à la partie antérieure du sixième segment.

En somme, à la dissection, les caractéristiques anatomiques essentielles communes à la larve et à l'insecte parfait semblent être la disposition des tubes de Malpighi et la présence de la commissure cérébroïde transverse ; et les grandes différences portent sur les glandes salivaires, sur la chaîne nerveuse ventrale et, bien entendu, sur le développement des organes génitaux.

Caractères sexuels. — Parmi les données anatomiques mises en lumière au cours des recherches faites à la station de Bordeaux, il en est une qui doit être mentionnée à part, avec quelque détail, parce qu'elle n'a pas été publiée et parce qu'elle offre un intérêt spécial pour la pratique. Il

Fig. 7. — Un mâle et une femelle vus par la face ventrale (grossissement 2 1/2).

s'agit des caractères qui permettent de distinguer le sexe des insectes parfaits.

Longtemps nous avons été arrêtés par cette question, qui ne laisse pas d'être délicate chez le Doryphore. Pour isoler les femelles et les mâles, nous profitions du moment des copulations. En dehors de ce moment, et à part le cas de femelles dont l'abdomen est distendu par la masse des œufs, nous n'avions guère que des présomptions établies d'après la taille sur un lot tout venant, les petits sujets étant plutôt les mâles, les gros plutôt les femelles ; mais c'est un caractère bien inconstant, certaines conditions de milieu ou d'alimentation faisant apparaître des mâles dodus ou des femelles naines, et la présomption n'était même pas possible dans le cas de sujets de taille moyenne.

Aussi, en 1925, demandai-je à M. Tempère, préparateur, particulièrement versé dans la systématique des Coléoptères, d'examiner avec très grand soin le squelette des derniers segments abdominaux, pour y déceler les différences qui n'apparaissaient pas de prime abord. Un critérium de distinction à peu près constant fut ainsi trouvé dans une légère fossette portée par le dernier segment ventral du mâle. Sur 25 sujets examinés le 17 juillet, 13 sont présumés comme étant des mâles d'après ce simple caractère et la dissection le confirme pour 12 d'entre eux ; sur les 12 présumés femelles, 11 sont reconnus tels. Sur 40 autres, examinés au commencement d'août, 12 ont une fossette et 28 n'en ont pas ; parmi les 12 premiers, considérés comme mâles, la dissection montre l'exactitude du diagnostic pour 11 et les 20 derniers sont tous reconnus comme étant bien des femelles.

J'ai fait reprendre par M. Bruneteau en 1929 les observations de M. Tempère. Les nombreux examens comparatifs auxquels il s'est livré lui ont permis d'établir des caractères tenant à la forme du sternite : surface plus convexe, avec bord postérieur légèrement tronqué et comme échancré de part et d'autre de la ligne médiane chez le mâle, arrondi et parfois légèrement acuminé chez la femelle.

Il a précisé le caractère de la fossette, tantôt triangulaire, tantôt ovalaire, qui intéresse plutôt le tiers postérieur du sternite. Il a vu en outre le sillon de bordure élargi en son milieu chez le mâle, rétréci chez la femelle, avec, dans le premier cas (mâle), deux fines encoches dont l'ensemble donne l'impression d'un coup d'ongle.

Les caractères différentiels de la taille (habituellement plus petite chez le mâle) et de la forme des individus (d'ordinaire plus allongée chez le mâle avec les bords latéraux plus parallèles, plus globuleuse et plus élargie, surtout en arrière, chez la femelle), sont d'importance relative (1) : il peut y avoir en effet des femelles aussi petites que certains mâles et la forme peut inspirer des doutes.

Quant aux caractères tirés du dernier sternite, ils peuvent être atténués les uns ou les autres ; mais, considérés dans leur ensemble, ils paraissent avoir une valeur presque absolue, puisqu'ils n'ont été douteux que deux fois (pour un mâle et pour une femelle) sur 150 individus examinés par M. Bruneteau parmi des échantillons tirés du formol, reconnus en définitive par la dissection (54 mâles et 96 femelles).

Celui qui a trait à la présence ou à l'absence de la fossette avait permis, à lui seul, de dénombrer 50 mâles, en laissant 4, au lieu d'un, comme sujets

(1) Ces différences de taille et de forme générale du corps sont déjà mentionnées par Tower, en même temps que celles relatives au contour tronqué ou arrondi du dernier segment. Gibson et ses collaborateurs n'en ont pas tenu compte ; ils estiment n'avoir d'autre moyen de reconnaître le sexe que l'examen des pièces de l'armure génitale elle-même par l'entrebaillement des sclérites postérieurs.

douteux, en même temps que la femelle précitée. En ajoutant les chiffres de M Tempère et de M. Bruneteau, on constate que sur 13 + 12 + 50 = 75

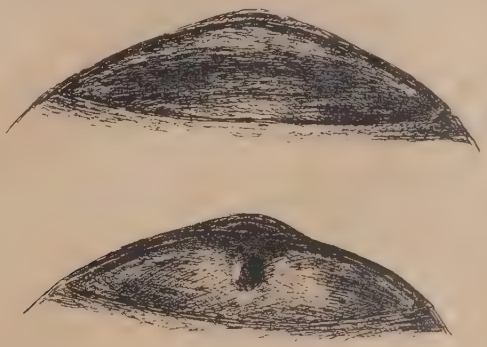


Fig. 8. — Face ventrale du dernier segment d'un mâle et d'une femelle. Le mâle a été choisi parmi les sujets qui ont la fossette la plus accusée.

insectes ayant présenté nettement cette dépression, 12 + 11 + 50 = 73 étaient bien des mâles.

Nous avons là, en somme, un ensemble caractéristique fort intéressant qu'il était bon de noter dans ce mémoire.

b) Reproduction et développement

Les observations consignées dans ce chapitre ont trait à l'accouplement, à la ponte, à la fécondité des femelles, à l'incubation et à l'éclosion des œufs, au développement des larves, au cycle vital, aux générations.

Accouplement. — La reproduction, très active, du Doryphore, est en rapport avec des accouplements répétés. Par beau temps, au mois de mai, dans les champs envahis, on surprend de nombreux couples en voie de copulation. Il en est de même dans les cages du laboratoire où les insectes sont mis en réserve pour servir aux travaux de recherches.

L'instinct qui provoque les rapprochements ne semble s'éveiller, pour les sujets nouvellement sortis de la métamorphose ou de l'hibernation, qu'après une certaine consommation d'aliment. D'une façon générale, ils ne se recherchent point avant de s'être préalablement nourris. Les périodes d'accouplements répétés correspondent à des périodes d'alimentation plus active, et, dans nos élevages de couples surveillés, nous avons noté à maintes reprises une plus grosse consommation de feuillage dans les périodes de plus grande activité génitale.

Au printemps 1927, par exemple, 4 couples observés pendant deux semaines, alimentés avec de la nourriture maintenue fraîche durant les quatre pre-

miers et les cinq derniers jours, mais laissés dans l'intervalle en présence de nourriture flétrie, ont produit les quatre premiers jours 721 œufs, les quatre derniers 450 et seulement 78 au cours des quatre intermédiaires, qui correspondent à la phase de sous-alimentation.

Pour l'acte d'accouplement, le mâle se place dans la position habituelle des Coléoptères, comme s'il voulait grimper par derrière sur le dos de la femelle ; il dévagine en quelque sorte son extrémité postérieure, faisant saillir son pénis, dont la courbure facilite la pénétration dans le vagin. L'union dure quelques minutes. Le délai nous a paru osciller couramment entre 5 et 12 minutes, avec une moyenne de 7 à 8 ; il est rarement en deçà ou au delà de ces limites. Voici d'ailleurs quelques chiffres :

Année	Date	Début	Fin	Durée
1923	4 mai.	10 h. 8	10 h. 19	11
		11 h. 15	11 h. 22	7
1924	15 juillet.	15 h. 36	15 h. 41	5
		15 h. 46	15 h. 52	6
1927	24 juillet.	15 h. »	15 h. 5	5
		15 h. 45	15 h. 50	5
1928	19 juillet.	10 h. 45	10 h. 54	9
		11 h. 54	12 h. 1	7
		14 h. 13	14 h. 24	11
		15 h. 34	15 h. 40	6
	26 juillet.	16 h. 6	16 h. 10	4
		16 h. 8	16 h. 16	8

ce qui donne une moyenne de 7 minutes. Une fois cependant, j'ai été témoin d'un accouplement qui s'est prolongé 34 minutes.

Dans la nature l'accouplement ne semble avoir lieu qu'en plein jour. Après une première copulation, les mêmes individus peuvent s'accoupler de nouveau quelques minutes plus tard, soit entre eux, soit avec d'autres. Ainsi, du 24 au 28 juillet 1926, pour un même couple surveillé, les unions se sont reproduites à raison de 3 à 5 fois par jour pendant cinq jours consécutifs. Dans un autre cas, le 19 juillet 1928, M. Bruneteau observe, pour un même couple, 4 copulations entre 10 heures 45 et 15 heures 40.

Sous réserve de la remarque faite plus haut quant à la nourriture, il arrive que des insectes commencent à s'unir à d'autres presque aussitôt après la sortie de terre, voire le jour même de cette sortie, qu'il s'agisse de sujets ayant hiverné, ou de ceux qui viennent de subir la métamorphose : mais en général le rapprochement sexuel n'a lieu qu'après deux ou trois journées d'alimentation.

J'ai dit qu'il y avait un rapport certain entre la fréquence des accouplements subis par une femelle et l'activité de sa ponte : si on l'empêche de subir le contact du mâle, on ralentit le dépôt des œufs au bout de 12 à 15 jours ; les pontes sont alors moins fréquentes, moins abondantes et finissent même par être arrêtées en pleine saison.

On a pu se demander, comme on l'a fait pour beaucoup d'autres espèces d'insectes, si la femelle de Doryphore est susceptible de pondre des œufs féconds sans accouplement préalable, c'est-à-dire par parthénogénèse. Cette question se posait d'autant mieux à notre esprit que nous venions d'observer, en 1923, une femelle pondant des œufs féconds sans avoir été mise en présence d'un mâle depuis le 24 juillet de l'année précédente. Aucun pourcentage des œufs ayant donné naissance à des larves n'avait été relevé dans ce cas ; on avait seulement constaté que deux des pontes les plus faibles (une de 8 œufs déposée le 16 juin et une de 10 du 13 au 16 juillet) n'en avaient donné aucune.

Nous avons jugé plus intéressant d'instituer une observation sur des femelles vierges. Fin juillet 1923, nous avons isolé individuellement, dès le stade nymphal, un certain nombre de doryphores parmi lesquels se trouvaient quatre femelles. Elles ont pondu bientôt après sans être mises à aucun moment en présence de mâles. Les deux premières, parvenues à l'état d'insecte parfait le 23 juillet, sont entrées en terre pour hiverner, l'une le 12 août, l'autre le 30 ; parmi les deux autres, arrivées à l'état d'insecte parfait quatre jours plus tard, le 27 juillet, une mourait le 12 août, l'autre s'enterrait le 21.

Les deux premières ont pondu chacune quelques œufs du 28 au 30 juillet, puis respectivement 3 et 12 le 31, 22 et 14 du 2 au 3 août, 21 et 14 du 4 au 6. Mais tandis que la première s'en tenait à cela, la deuxième en déposait encore 7 le 12 août, 5 le 21 et 9 le 24. Pour la troisième, il y eut trois pontes : une de 31 œufs du 4 au 6 août, une de 14 le 7, une de 5 le 10 ; pour la dernière enfin, il s'en produisit deux comprenant 9 œufs le 10 août et 17 le 12. Tous étaient de teinte relativement claire ; aucun ne produisit de larve. Si donc des femelles non fécondées peuvent pondre, et même assez peu de jours (6 à 8) après leur transformation en insectes parfaits, il ne semble pas que les œufs puissent éclore sans l'intervention d'un mâle.

Il y avait lieu de se demander, dans ces conditions, si les accouplements subis au cours d'une saison permettaient la fécondation normale de tous les œufs pondus par une femelle isolée au cours de l'année suivante, comme dans le cas de la femelle précitée de 1922-1923. Dans une observation de M. Bruneteau sur les pontes effectuées, en mai 1924, par une femelle ayant subi le contact du mâle en 1923, 35 œufs sur 145 furent inféconds, soit un pourcentage d'environ 25 %, tandis que le nombre des œufs inféconds dans une ponte normale est infime (moins de 2 %).

Si on fait un comptage analogue sur les œufs pondus au déclin de la saison, fin septembre, alors que les mâles sont peu actifs, ou absents du voisinage des femelles, on note aussi un pourcentage d'avortements bien supérieur à la normale : il a été de 10 % dans un lot examiné en 1924 et de 6,5 % dans un autre, en 1925.

Il ne paraît donc pas y avoir de développement parthénogénétique chez le Doryphore et le pouvoir fécondant du sperme introduit par le mâle au cours des accouplements successifs semble se maintenir pendant des mois et même jusqu'à l'année suivante. Mais alors une bonne partie des œufs est émise sans fécondation et ne se développe pas.

Ponte. — Les œufs sont pondus par groupes au revers des feuilles de la Pomme de terre, presque toujours sur les folioles distales, la terminale semblant être choisie plus fréquemment que ses voisines.

Ce qui détermine la femelle à pondre à la face inférieure des feuilles paraît être l'instinct, non seulement de s'abriter elle-même, de se cacher pour opérer plus tranquillement, mais aussi et surtout de mettre les œufs à l'abri des intempéries et des rayons solaires ; il est en effet curieux de voir que sur des feuilles retournées la pondeuse adopte volontiers la face supérieure du limbe, qui a pris la place du revers.

Il est très rare de trouver les œufs de Doryphore isolés ou par 2 ou 3 ; les groupes n'en comptent guère moins de 15, la moyenne oscille autour de 30 et le maximum est élevé : nous avons relevé une ponte qui en contenait 163.

Le mécanisme est simple : la femelle accrochée par ses tarses ventre en haut, dos en bas, au revers de la feuille choisie, applique l'extrémité de son abdomen et, par son orifice génital, évacue, en même temps qu'un œuf, un peu de sécrétion liquide qui doit le coller au support, en se solidifiant au contact de l'air. L'insecte retire son extrémité abdominale, se tient dans cette position un temps très court, puis abandonne l'œuf et, presque sans changer de place, recommence l'opération tout à côté.

Les œufs sont presque toujours dressés et serrés les uns contre les autres, hérissant la surface d'implantation comme des bouteilles rangées sur une table : quelquefois cependant il se produit une certaine irrégularité, les œufs d'une série peuvent même être en partie couchés sur le support ; cela arrive surtout quand la femelle commet une maladresse, quand une partie de l'œuf se colle à son abdomen ou lorsqu'elle est dérangée de sa besogne, soit par une intervention de l'observateur, soit par un coup de vent, soit par toute autre cause.

L'opération est assez rapide : des pontes effectuées entre midi et 14 heures comprenaient respectivement : 36, 38, 49, 57, 37, 71 œufs. Une femelle tenue en observation entre 10 h. 50 et 11 h. 50 en a déposé 9 ; une autre 20 entre

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE — MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DE L'AGRICULTURE
SERVICE DE LA DÉFENSE DES VÉGÉTAUX

LUTTE contre le DORYPHORE (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

RAVAGEUR DU FEUILLAGE DE LA POMME DE TERRE

LE DORYPHORE est un Insecte d'origine américaine qu'il faut empêcher de se répandre et de se maintenir en Europe, parce que sa voracité et sa puissance de multiplication en font un fléau redoutable. Chaque cultivateur doit surveiller ses champs de pommes de terre et, s'il y remarque de tels insectes, informer **immédiatement** le Maire, qui avisera d'urgence le Directeur des Services agricoles du département.

16 h. 15 et 16 h. 23, c'est-à-dire en 8 minutes. Mlle SANTUS trouve à 8 h. 30, le 28 juillet 1923, une ponte commencée, comprenant 12 œufs ; à 9 h. 42, cette ponte est achevée, elle en comprend 78, ce qui revient à 66 pondus en 72 minutes.

La vitesse de ponte peut être évaluée entre une minute et une demi-minute. On peut estimer que le dépôt d'une trentaine d'œufs dure à peu près 15 minutes lorsque la femelle n'est pas dérangée.

La ponte a lieu essentiellement pendant le jour, bien que l'insecte se mette à l'abri de la lumière pour fixer ses œufs sous les feuilles. Elle ne se produit généralement pas d'une façon continuelle, quotidienne ; on note des intervalles d'une journée, parfois de beaucoup plus ; cela varie énormément d'une femelle à l'autre. Parmi celles que nous avons suivies dans nos élevages expérimentaux, certaines ont pondu de façon quasi permanente pendant deux mois ; c'est le cas d'une femelle particulièrement féconde qui pondit presque chaque jour du 11 juin au 17 août 1928, c'est-à-dire pendant une série de 68 jours, avec une moyenne journalière de 36 œufs.

La ponte peut commencer de très bonne heure en cours de saison. Nous l'avons vue se produire en pleine nature dès le 17 avril en 1923 : une femelle recueillie le 16 et mise aussitôt en observation dans une cage, avait déjà déposé 82 œufs à la fin d'avril, soit : 48 le 17, 17 le 21 et 17 le 30.

La ponte peut du reste avoir lieu très tôt après la sortie du sol ; une femelle, sortie de terre après hivernage le 6 mai 1924, pond le 9 ; une de la première génération de 1924, sortie du sol après nymphose le 8 juillet et mise en présence de mâles, pond déjà 7 œufs le 13 ; deux autres issues de nymphes le 23 juillet 1923 pondent à partir du 28.

En dehors de la Pomme de terre et dans le champ même, les pontes peuvent être fixées éventuellement sur des plantes très diverses. Nous en avons trouvé notamment sur la Morelle noire (*Solanum nigrum*), le Datura (une seule fois), la Petite Oseille (*Rumex acetosella*), la Mercuriale (*Mercurialis annua*), la Spergule (*Spergula arvensis*), le Chrysanthème des moissons (*Chrysanthemum segetum*), la Mauve (*Malva rotundifolia*) et sur diverses Graminées, la femelle choisissant encore d'une façon générale le revers des feuilles, la face regardant vers le sol.

En cas de surabondance et dans les conditions expérimentales, on en a trouvé non seulement sur les parois des cages, mais aussi sur le sol lui-même, sur des pierres, sur des brindilles et des feuilles mortes, sur ou sous des mottes de terre. Il semble en somme qu'éventuellement tout support puisse servir au dépôt des œufs du Doryphore, mais qu'ayant à sa disposition du feuillage de Pomme de terre, l'insecte le choisit de préférence et de beaucoup.

Fécondité. — Les quelques observations de 1922 sur la ponte n'avaient pu être commencées qu'à la fin de juillet. Sur 4 femelles prises au hasard le 24 de ce mois, une avait été complètement isolée, les trois autres mises chacune avec un mâle.

La femelle isolée et l'une des trois autres avaient pondu respectivement 744 et 288 œufs entre le 24 juillet et le 25 août, tandis que les deux restantes, malgré la présence constante du mâle et en dépit des nombreux accouplements constatés, ne produisirent aucun œuf jusqu'au début d'octobre, époque où elles se mirent en terre pour hiverner.

Une de ces deux femelles demeurées infécondes en 1922 fut placée, au début de juin 1923, en présence d'un nouveau mâle, le premier étant mort pendant l'hiver. Elle s'est bientôt mise à pondre : le 8 juin (6 œufs), le 10 (11), le 14 (21), le 19 (85), le 22 (22), le 25 (15), le 6 juillet (19), le 8 (24), le 10 août (26), soit au total 229 œufs, après quoi elle est morte dans les derniers jours d'août.

Cela seul suffirait à démontrer le fait que les femelles doryphores devenues adultes en juillet peuvent encore vivre et se livrer aux actes de la reproduction un an et davantage après leur formation (1). Mais il y a plus. La femelle qui avait produit, en juillet-août 1922, 744 œufs demeurait elle aussi en observation en 1923 ; toujours isolée, elle recommença de pondre au début de juin et, sans accouplement nouveau, donna aux dates suivantes les nombres d'œufs que voici : le 4 juin (25), du 5 au 6 juin (36), du 9 au 11 juin (92, en 3 pontes), le 13 juin (57), le 16 juin (8, épars), du 16 au 18 juin (22), du 18 au 19 juin (18), le 21 juin (22), du 22 au 25 juin (13), le 27 juin (25), le 29 juin (12, épars), du 30 au 2 juillet (20), du 13 au 16 juillet (10), le 20 juillet (52), du 21 au 23 juillet (61, en 2 pontes), du 28 au 30 juillet (12), le 31 juillet (40, en 2 pontes), le 2 août (21), le 6 août (14, épars), le 9 août (7), soit au total 567 œufs.

Cette femelle est morte le 16 août 1923. L'observation prolongée à laquelle elle a donné lieu offre un gros intérêt. Le total de la ponte est déjà intéressant à enregistrer, puisqu'il s'élève à $744 + 567 = 1311$.

Il est aussi remarquable que la même femelle ait pondu abondamment aussi bien en fin 1922 qu'en 1923, c'est-à-dire pendant deux saisons successives séparées par une longue période d'hivernage.

Il est enfin plus remarquable encore que les accouplements subis avant le 24 juillet 1922 aient suffi à rendre féconds non seulement presque tous les œufs pondus en 1922, mais aussi la plupart de ceux pondus en 1923. La femelle fut en effet constamment isolée, et une grande partie des œufs parut donner naissance à des larves parfaitement viables.

(1) Des adultes conservés en groupe dans une cage depuis l'été 1926 pondaient encore en 1928.

Au cours de la même année 1923, deux couples pris en état de copulation dans la nature furent isolés à partir du 15 juillet. L'un ne produisit aucun œuf, la femelle s'étant mise en terre au fond de la cage dès le 29 juillet, le mâle dès le 14 août. La femelle du second couple pondit : le 18 juillet (37 œufs), le 19 juillet (72), du 21 au 23 juillet (72, en deux pontes), le 24 juillet (30), le 26 juillet (52), le 27 juillet (38), du 28 au 30 juillet (100, en 3 pontes), du 31 au 1er août (50), du 1er au 3 août (80, en 4 pontes), du 3 au 6 août (128, en 3 pontes), du 6 au 8 août (72), du 8 au 10 août (71, en 2 pontes), au total 805. Elle est morte le 16 août et son mâle le 20.

De nouvelles observations sur la fécondité des femelles ont été organisées au printemps 1927, sous la surveillance de M. Meilhan.

Date de la ponte	1	2	3	4	5
19 mai.					
20 mai.		81		45	70
21 mai.		71	111	72	39
22 mai.				61	43
23 mai.		78	40		1
24 mai.					
25 et 26 mai.	2		3		33
27 mai.		42			
28 mai.					
29 mai.		48			12
30 mai.				40	34
31 mai.		124		65	57
1er juin.				27	43
2 juin.		51			32
3 juin.					
3-4 juin.		44			20
5-6 juin.					22
7-8 juin.					15
9-10 juin.					31
11-12-13 juin		52			10
14 juin.		60			8
15 juin.					
16 juin.		1			12
17 juin.		2			22
18-19 juin.					5
20 juin.					
21 juin.					39
22 juin.		56			30
23 juin.		5			
25 juin.			22		66
26 juin.					28
27 juin.			28		16
28 juin.					
A reporter.	2	721	207	310	724

Le 19 mai 1927, 5 couples pris en état de copulation sur un champ des environs de Bordeaux sont isolés dans des cages distinctes. Les accouplements recommencent aussitôt et les pontes sont relevées à partir du lendemain. Les chiffres sont indiqués sur le tableau précédent et sur le suivant, dans lesquels les couples sont numérotés de 1 à 5.

Date de la ponte	1	2	3	4	5
Report	2		207	310	724
29 juin.					
30 juin.			11		45
1er juillet.					52
2 juillet.			20		1
4 juillet.			33		
5 juillet.			68		27
6 juillet.			43		9
8 juillet.			10		18
9 juillet.			50		
11 juillet.			16	40	
13 juillet.			38	62	
15 juillet.				70	19
18 juillet.			42	63	
19 juillet.			57	16	10
20 juillet.			51	24	
21 juillet.			41	35	10
23 juillet.			108	7	
25 juillet.			33	23	
29 juillet.			35		
30 juillet.			48		
3 août.			52		
4 août.			38		
8 août.			42		
9 août.			34		
10 août.			93		
11 août.			37		
17 août.			63		
20 août.			37		
22 août.			4		
Total	2	721	1.311	650	915

Il est remarquable que le premier couple n'a donné à peu près rien, deux œufs seulement pondus isolément le 25 mai et fécondés peut-être par suite d'une copulation antérieure à la mise en expérience. Il y a bien là un mâle et une femelle ; mais en dehors de ces deux œufs, qui ont donné naissance à des larves, aucune ponte n'est relevée à leur actif jusqu'à la fin, c'est-à-dire jusqu'au milieu d'août. Il est vrai que les accouplements durent être très rares ; on n'en observa qu'une fois, le 30 mai.

Le couple n° 2 a été le plus fécond durant tout le premier mois ; le 19 juin il est en avance de 115 œufs sur le n° 5 dont la ponte a été la plus régulière. Mais un des deux sujets est mort le 27 juin, l'autre le 21 juillet, sans qu'on ait noté à laquelle de ces deux dates mourut la femelle, et le total de 721 œufs pondus par celle-ci correspond à une expérience de 35 jours seulement.

Pour le couple n° 3, malgré les accouplements répétés, il y eut une longue interruption de la ponte, difficile à expliquer, durant près d'un mois, du 27 mai au 25 juin. Il est vrai qu'il fit preuve ensuite d'une remarquable fécondité.

L'activité reproductrice du n° 4 subit aussi une interruption encore plus longue (du 2 juin au 11 juillet), mais la reprise fut de courte durée, puisque la ponte cessa tout à fait le 25 juillet.

Je viens de dire que le n° 5 fut de tous le plus régulier, échelonnant sa production d'œufs jusqu'au 21 juillet, date à partir de laquelle il n'en donna plus aucun.

Sur l'ensemble de ces 5 couples, la moyenne a été de 720 pour une durée d'observation de 3 mois, avec un minimum de 2 et un maximum de 1311. Pour un mois, le maximum fut de 730. Pour un jour, il fut de 124.

En 1928, une nouvelle série d'observations fut instituée, sur 20 couples cette fois. Les dix premiers ont été isolés le 5 juin au matin, les dix autres le 7 juin au soir. Tous les doryphores ainsi mis en surveillance étaient des hibernants de 1927 provenant en partie des élevages de la Station, en partie des ramassages faits le mois précédent dans les champs contaminés.

Il est à remarquer que certaines femelles avaient commencé à pondre dans nos cages et que beaucoup, parmi celles que nous avons prélevées pour nos observations, avaient dû déposer déjà plusieurs groupes d'œufs. Aussi les chiffres que nous donnons doivent-ils être considérés, au même titre que ceux des observations de 1927, comme légèrement inférieurs à ce qu'ils auraient pu être si nous avions surveillé les femelles depuis leur sortie de terre.

Les couples étaient numérotés de 1 à 20. Pour bien juger des résultats, il convient de mettre à part un certain nombre d'entre eux qui, pour des raisons diverses, n'ont pas été mis en parallèle avec les autres de façon régulière jusqu'au bout.

Pour le n° 11, par exemple, on s'est aperçu trop tard qu'il s'agissait d'un couple illusoire, d'une paire de mâles. Des conditions de milieu défavorables ont fait périr, et par suite éliminer, les couples numéros 8, 9 et 16 dans les tout premiers jours (11 juin), le couple n° 4 dix jours après (21 juin) sans qu'il ait produit aucun œuf. Il est vrai que ce dernier a été remplacé aussitôt par un nouveau, dont la mise en observation ne date ainsi que du

Dates	1	4	8	9	12	14	15	16
5 juin	63		59					
6 juin				46				
8 juin	116		13		81			49
11 juin	84				36	102		
13 juin	95				89	57		
14 juin					48	64		
16 juin	91				10	40		
18 juin						34		
19 juin	110				158	3		
20 juin	27							
21 juin	27				53	5	2	
22 juin	30					20		
23 juin	73	46			32			
25 juin	54	115				15		
26 juin		38				8	49	
27 juin	80					8		
28 juin		51				3		
29 juin		20				10		
3 juillet	14	101						
4 juillet		36						
6 juillet		14				11		
Total. . . .	864	421	72	46	507	380	51	49

Dates	12 *bis*	14 *bis*	15 *bis*
20 juillet		22	
23 juillet		59	
26 juillet	71	126	
27 juillet		54	
28 juillet		48	
30 juillet		105	
31 juillet	10		
1er août	12	30	
2 août		22	
3 août	29	33	
4 août	42	23	
6 août	40		
8 août	62	79	
9 août	51		
10 août	2		
13 août	86	100	
16 août	41	70	
17 août	20	37	
20 août	19		
22 août	36		60
23 août	5		74
24 août		16	
27 août			7
5 septembre			1
Total	526	824	142

22 juin. La femelle de ce couple, très féconde pendant 2 semaines, cessa de pondre le 6 juillet. La femelle du n° 1 est morte le 3 juillet. Celles des n^{os} 12, 14 et 15 sont mortes respectivement les 10, 17 et 23 juillet, mais ont été remplacées aussitôt auprès du même mâle, pour constituer les couples 12 *bis*, 14 *bis* et 15 *bis*.

Voici, à titre d'indication, les résultats des pontes de ces divers couples, plus ou moins irréguliers (sauf du n° 11 dont il ne saurait être question pour la raison mentionnée ci-dessus). Le premier des deux tableaux comprend les observations faites jusqu'au début de juillet, le second celles qui ont eu lieu ensuite et qui intéressent uniquement les couples 12 *bis*, 14 *bis* et 15 *bis*.

Il est intéressant de relever les chiffres de 864 et 808 pour la ponte d'un mois des femelles n^{os} 1 et 14 *bis*, avec un maximum journalier de 116 et de 126 ; les chiffres de 421, 507 et 522 pour 15 jours dans le cas des couples n^{os} 4, 12 et 14 *bis*.

La comparaison des chiffres donnés par les n^{os} 12, 12 *bis*, 14 et 14 *bis* d'une part, 15 et 15 *bis* de l'autre mérite une mention spéciale. Elle semble démontrer l'influence exercée par la puissance individuelle du mâle. Les mêmes mâles furent en effet maintenus dans les numéros bis faisant suite aux autres, la femelle seule étant changée ; celui du 15 maintenu dans 15 *bis* serait déficient. Il est vrai que, dans la nature, cet inconvénient se trouve corrigé par l'union de la femelle avec divers mâles.

Restent les 11 couples suivis d'un bout à l'autre, c'est-à-dire du 5 ou 7 juin au 11 septembre. Le mâle mort en cours d'expérience fut remplacé aussitôt auprès des femelles n° 7 (17 juillet), 13 (18 juin), et 20 (21 juin) ; mais aucune des femelles ne fut changée. Leurs pontes successives sont indiquées dans le tableau que voici :

Dates	2	3	5	6	7	10	13	17	18	19	20
5 juin			30								
6 juin			6								
8 juin	30		78				95			26	
11 juin	130	74	84			69	181	123	38	135	8
13 juin	86	97	40			55	93	99	64	116	55
14 juin										30	
16 juin	44	93	60			87	127	109	64	94	47
18 juin	61	96	1			53		69		60	27
19 juin	43	37	62			53	130	88	56	27	31
20 juin						42			38	18	
21 juin	34	49	39			33	51	47	22	51	
22 juin		21	28				43	39	29	30	
23 juin	44										
25 juin	38	50	72			133	70	75	54	37	17
26 juin	50	43				62	105		71	53	
27 juin	76	34	43					44		83	

Dates	2	3	5	6	7	10	13	17	18	19	20
28 juin			39				68	70	29	33	
29 juin	59	58		54		100	45	51	28	55	72
3 juillet	124	40	74	97		177	111	240	87	99	26
4 juillet	10	18	28	25		79	22	42	29	63	
6 juillet	26	21	55			47	55	71		54	
7 juillet						50		37			
9 juillet	4	36	30			86		59	1	81	
11 juillet		50		1		72	27			34	
13 juillet	4	78	27			103	47	42	21	84	
16 juillet	118	64	45	6		198	103	139	26	59	71
17 juillet	26	54	25			40				42	49
18 juillet	66	37	18	2		59	60	126			52
20 juillet		40	35					70	26		48
21 juillet	101	36	67			116	93	56		21	97
23 juillet	62	34		8	86		62	85			49
24 juillet			28		8				44		
26 juillet		54	29	9			34	142	9		144
27 juillet	56	31						34			
28 juillet		38	35	2				48			
30 juillet		35			37			17			
31 juillet		51	24	3							26
1er août		29	74		69			85	27		13
2 août	44		49					42	28		51
3 août		82		2	23			48	45		63
4 août		52	57					17			16
6 août		38	76					62			77
8 août					36			55	28		37
9 août			12		42				21		
10 août					46				32		94
13 août			45		121			52	97		111
14 août					89			35			2
16 août					33				12		38
17 août								12			59
20 août									31		76
22 août					83				20		
23 août					20						85
24 août					38				23		24
27 août									42		21
29 août					23				19		45
1er septembre					30						31
7 septembre					8						
Total général.	1.336	1.600	1.415	209	792	1.714	1.622	2.461	1.161	1.385	1.662
Total partiel du 1er mois..	855	761	739	176		990	1.196	1.167	609	1.064	283

Aucune ponte n'ayant eu lieu après le 7 septembre, cela représente une période de trois mois.

9 couples sur 11 ont donné chacun plus de 1100 œufs, et 5 plus de 1600. Le minimum est de 209 pour une ponte languissante traînée du 29 juin

au 3 août. Quant au maximum, il atteint le chiffre énorme de 2461 pour le couple n° 17 et pour une durée de 2 mois et demi seulement (la femelle a cessé de pondre le 17 août et elle est morte le 22) (1). La moyenne serait de 1396 pour la période de 3 mois, de 713 pour le premier et 525 pour le second.

L'activité du couple n° 13 fut plus grande encore que celle du n° 17 durant le premier mois, avec 1196 œufs contre 1167 ; mais elle s'arrête complètement le 26 juillet, 3 jours après la mort et le remplacement du mâle, dont l'individualité paraîtraît ainsi avoir une importance dans la fécondité de la femelle au service de laquelle il est attaché dans les conditions expérimentales. Cette remarque est confirmée par la défaillance de la femelle n° 7 durant tout le premier mois (2), en opposition avec la fécondité dont elle a fait preuve après le remplacement du mâle. Dans le n° 17, mâle et femelle ont vécu ensemble jusqu'à la fin de la ponte : la femelle, épuisée sans doute par sa fécondité, est morte le 22 août et le mâle le 27.

Il n'est pas possible de tirer de ces chiffres une moyenne exacte pour les conditions de la nature. Dans le champ en effet, la femelle n'est pas vouée au contact du mâle unique que notre intervention lui impose dans les conditions expérimentales ; s'accouplant avec plusieurs, elle a bien plus de chances d'être largement fécondée. Aussi, en présence des mêmes circonstances atmosphériques, la moyenne du laboratoire serait plutôt inférieure à celle du dehors.

Il est donc permis d'estimer qu'en pleine nature les femelles pondront aisément 700 à 800 œufs et que certaines seront susceptibles d'en produire trois fois plus, jusqu'à un maximum d'environ 2.500, même au cours d'une seule saison.

La faculté de pondre se maintient d'ailleurs durant toute l'existence des femelles, et de part et d'autre de la mauvaise saison. Certaines ayant subi une ou plusieurs fois le contact du mâle peuvent reproduire désormais sans lui, même après l'intervalle de tout un hiver. Cela offre un très grand intérêt au point de vue pratique, puisqu'une femelle transportée accidentellement par un véhicule ou naturellement par le vol sera en mesure de faire souche sur un champ où elle est arrivée absolument seule.

Le risque des transports accidentels est donc accru par le fait qu'il n'est pas besoin d'un couple, mais d'un seul individu pour déclencher l'invasion dans une nouvelle contrée. Peut être l'implantation du Doryphore dans notre Sud-Ouest a-t-elle eu pour origine un seul insecte femelle apporté par mégarde d'Amérique à Sénéjac.

(1) Le chiffre de ponte de ce couple pendant le premier mois atteint 1167 et pendant le second 1140.

(2) La moyenne des dix autres serait 784.

Incubation. — De nombreuses observations ont été faites sur la durée de l'incubation des œufs. Elles ont donné des chiffres variant entre 4 et 21 jours.

Ainsi, par exemple, pour un œuf pondu au laboratoire le 3 mai 1923 à 12 h. 15, l'éclosion eut lieu le 8 à 8 h. 20, c'est-à-dire au bout de 4 jours et 20 heures ; pour plusieurs autres pondus en plein air le 26 juin 1925, entre 9 et 10 h., elle eut lieu le 30 juin entre 14 et 17 heures, soit 4 jours 1/4 après environ ; pour un groupe de 96 œufs déposés pendant la nuit du 6 au 7 mai ou durant les premières heures du 7 mai 1923, les larves ont apparu le 11, après un délai compris entre 4 et 5 jours. Ces trois cas se rapportent à des périodes relativement chaudes.

Des œufs obtenus le 3 mai 1923, en même temps que ceux de notre premier exemple, mais placés aussitôt dans une pièce fraîche, ne donnaient naissance aux larves que le 12, soit après 9 jours ; d'autres encore, pendant des périodes relativement froides, ont mis à éclore de 10 à 12 jours ; d'aucuns mêmes, placés dans une glacière, à une température ne dépassant pas 12°, ne se développèrent pas.

Au cours d'élevages destinés à lui fournir du matériel pour études anatomiques, M. Jacques Bounhiol a relevé, en juin-juillet 1929, les chiffres suivants pour une série de 8 lots, dont les 6 premiers représentent des pontes de femelles ayant hiverné, les deux derniers celles de sujets nés au printemps 1929 et devenus adultes au début de juillet :

Lots	Nombre d'œufs	Date de ponte	Date d'éclosion	Durée en jours	Moyenne thermométrique
1	13	21-22 juin.	28 juin, midi.	6 1/2	20°1
2	96	24 juin après-midi.	30 juin, midi.	6	20°1
3		Nuit du 26 au 27 juin.	2 juillet, 14 h.	5 3/4	20°2
4		28 juin vers 16 h.	4 juillet, de 15 à 17 h.	6	20°4
5	32	3-4 juillet.	10 juillet après-midi.	7	18°3
6	55	5 juillet, 9 h. 30 à 12 h. 15	11 juillet, 11 h.	6	18°5
7	42	15 juillet, 8 h. 13 à 8 h. 33	19 juillet, 9 h. 15 à 10 h. 30	4 j. 1 h.	24°1
8	40	19 juillet, 11 h. 30.	23 juillet après-midi.	4 1/4	24°9

Pour ces 8 groupes, l'incubation a varié de 4 à 7 jours avec moyenne de 6 1/4 pour les premiers et 4 1/4 pour les deux derniers. On aurait pu, de prime abord, se demander si la différence ne tiendrait pas à ce qu'il s'agit, dans le premier cas, de vieux doryphores ayant hiverné dans le sol et, dans le second, de jeunes adultes fraîchement éclos de leur nymphose. Il faudrait se garder de conclure trop vite là-dessus, sans être certain que toutes choses soient égales par ailleurs. Or précisément, il y a un autre facteur

Date de ponte	Date d'éclosion	Durée en jours	Température
24 avril	8-9 mai	14-15	12°6
28 avril	14-15 mai	16-17	12°2
2 mai	17-19 mai	15-17	12°9
5 mai	19-20 mai	14-15	13°1
7 mai	20-22 mai	13-15	13°5
8 mai	22-23 mai	14-15	13°7
9 mai	23 mai	14	14°2
13 mai	24-26 mai	11-13	14°4
15 mai	26 mai	11	14°4
17 mai	28 mai	11	14°3
19 mai	28-30 mai	9-11	13°85
20 mai	30 mai	10	14°2
20 mai	2 juin	13	14°7
22 mai	2-4 juin	11-13	14°6
22 mai	4 juin	13	15°1
23 mai	4 juin	12	15°15
27 mai	7 juin	11	16°9
29 mai	9 juin	11	17°4
30 mai	9 juin	10	17°6
2 juin	10 juin	8	18°3
3 juin	12 juin	9	19°1
4 juin	12 juin	8	19°4
5 juin	13 juin	8	19°2
7 juin	14 juin	7	18°7
9 juin	17-18 juin	8-9	18°1
11 juin	19 juin	8	17°9
12 juin	20-21 juin	8-9	17°6
13 juin	21 juin	8	17°6
14 juin	21-23 juin	7-9	17°6
15 juin	23-24 juin	8-9	18°
16 juin	24 juin	8	18°1
18 juin	24-25 juin	6-7	18°6
19 juin	26 juin	7	18°6
20 juin	26 juin	6	18°8
21 juin	27 juin	6	18°6
23 juin	28-30 juin	5-7	17°8
24 juin	30 juin	6	19°2
26 juin	2 juillet	6	19°95
27 juin	2-3 juillet	5-6	20°2
1er juillet	7 juillet	6	19°8
2 juillet	8-9 juillet	6-7	19°9
3 juillet	8-9 juillet	5-6	19°8
4 juillet	11 juillet	7	19°8
5 juillet	12 juillet	7	19°6
8 juillet	15 juillet	7	18°8
9 juillet	15-16 juillet	6-7	18°6
10 juillet	16 juillet	6	18°4
11 juillet	17 juillet	6	18°2
16 juillet	21 juillet	5	18°5
17 juillet	22 juillet	5	18°1
17 juillet	22-23 juillet	5-6	17°6

variable : la température du laboratoire ; celle-ci, en plein jour, se maintint à peu près constante, autour de 22°-23°, jusqu'au 10 juillet, puis s'éleva très vite et se tint aux environs de 27-29° par la suite. C'est sans doute l'unique raison de la différence.

J'ai d'ailleurs voulu compléter les données partielles qui précèdent et dresser un tableau démonstratif en faisant relever les durées d'incubation pour toute une série de pontes obtenues dans la salle d'élevage du laboratoire d'avril à juillet 1930 ; ces pontes, prises chaque jour dans les cages, étaient isolées aussitôt dans de petits cristallisoirs et surveillées de façon à bien fixer le jour de naissance des larves. Voici (p. 325) le tableau de ces observations avec les moyennes thermométriques de la Grande Ferrade pour les périodes considérées (du jour de la ponte à celui de l'éclosion).

Si nous traduisons les chiffres par un graphique, nous constatons un rapport remarquable entre la courbe des moyennes thermométriques et celle des durées d'incubation, celles-ci étant, dans l'ensemble, inversement proportionnelles à celles-là. L'influence de la température sur la destinée et sur la durée d'évolution des œufs est donc essentielle.

Eclosion. — La sortie de l'œuf a été décrite brièvement par Wheeler à la suite d'une remarquable étude sur l'embryogénie du Doryphore. M. Bruneteau a fait à son tour sur cette éclosion des remarques intéressan-

Fig. 9. — Diverses phases de l'éclosion (d'après J. Bruneteau).

tes, qui concordent avec celles obtenues par M. Henri Bertrand sur diverses Chrysomèles. Il a observé la naissance de plus de 300 larves (1).

Les phénomènes peuvent être résumés comme suit : à travers la coque de l'œuf deviennent apparents, au moins deux heures avant la sortie, les ocelles déjà pigmentés, les péritrèmes des stigmates abdominaux et les mâchoires, ainsi que les poils assez irrégulièrement disposés. Peu à peu transparaissent à leur tour les tubercules épineux disposés sur les flancs, à raison d'une paire sur chacun des deux derniers segments thoraciques et une sur le premier de l'abdomen. Outre ces trois gros points, il en apparaît de plus petits, un en avant et sept en arrière, sur le côté des autres segments. La

(1) J. Bruneteau. — Sur l'éclosion de l'œuf chez le Doryphore. (*Revue de Zool. agricole*, Bordeaux, 1925.)

couleur de l'œuf pâlit, passe du rouge orange au jaune clair, la larvette se contracte et s'agite dans l'intérieur du chorion, dont elle se détache et qui, dès lors, va se dessécher. La paroi de l'œuf se plisse en effet et semble se parcheminer. Puis elle se tend de nouveau sous la pression du flanc de la petite larve, dont les tubercules latéraux jouent le rôle de *ruptor ovi*. De part et d'autre il se forme une boutonnière. La larve sort soit par un côté en élargissant une de ces fentes (position latérale), soit plus près du bout en les réunissant (position latéro-apicale). Pour des œufs dressés au milieu d'un groupe dense, l'éclosion peut aussi se produire par pression dorsocéphalique au niveau du pôle libre (position apicale).

M. Bruneteau a trouvé, sur un lot de 100 éclosions, 56 ouvertures latérales, 32 latéroapicales et 12 apicales.

Evolution larvaire. — Je ne reviendrai pas ici sur la description de la larve et de la nymphe, ni sur les conditions dans lesquelles s'accomplissent le développement et la métamorphose, mais je donnerai quelques chiffres d'après les observations faites au laboratoire.

J'avais, dès 1922, fait toute une série de remarques sur les mues larvaires, qui sont au nombre de 3, la quatrième correspondant à la transformation en nymphe. Ces remarques sont confirmées par celles qui suivent :

En mai 1923, MM. Dieuzeide et Bruneteau ont surveillé plusieurs petits groupes d'œufs, puis de jeunes larves et noté les dates des mues dont ils étaient les témoins ; ces données sont malheureusement incomplètes pour certains sujets :

Nos	Naissance	1re Mue	2e Mue	3e Mue	Nymphose
1	2 mai	7 mai	11 mai		23 mai
2	8 mai	12 mai	16 mai		30 mai
3	11 mai	13 mai	18 mai		31 mai
4	17 mai		23 mai		
5	23 mai	28 mai	30 mai	5 juin	15 juin
6	31 juillet	3 août	6 août	8 août	19 août

Ces chiffres sont établis soit d'après l'ensemble d'un petit groupe, soit d'après un individu pris entre plusieurs. Quand il s'agit de groupes, les dates indiquées se rapportent aux individus dont l'évolution fut le plus rapide. Le n° 1 correspond à un lot de 48 œufs, pondus le 17 avril, ayant donné naissance aux larves les 1er et 2 mai. Pour le n° 2, les premiers stades ont été notés à quelques minutes près : la larve, sortie d'un œuf déposé le 3 mai à 12 h. 15, éclos le 8 à 8 h. 20, effectue sa mue initiale le 12 à 17 h. Les larves du sixième lot, nées toutes le même jour et nourries dans les mêmes conditions, ont échelonné leurs nymphoses du 19 au 23 août.

Des observations analogues sont faites en 1924, sur 6 larves nées le 3 juin :

Nos	Naissance	1re Mue	2e Mue	3e Mue	Nymphose
1	3 juin	9 juin	12 juin		
2	—	7 juin	9 juin	16 juin	29 juin
3	—	9 juin	12 juin	15 juin	29 juin
4	—	10 juin	12 juin	15 juin	
5	—	5 juin	9 juin	16 juin	27 juin
6	—	9 juin	11 juin		

La larve n° 6 est morte avant la troisième mue.

Cette série donne des chiffres très irréguliers, différents d'un individu à l'autre ; par contre, 6 larves nées le 4 juillet, évoluant dans une période plus chaude, ont donné des chiffres concordants à quelques heures près : naissance le 4, première mue le 6, deuxième mue le 9, troisième mue le 14 juillet; immobilité prénymphale du 22 au 25.

La comparaison de ces différentes données fournit les éléments du petit tableau que voici :

Série	Nos	Durées partielles					Durée totale de vie larv.
		1er âge	2e âge	3e âge	4e âge	3e et 4e ensemble	
I	1	5	4			12	21
	2	4	4			14	22
	3	2	5			13	20
	5	5	2	5	10		22
	6	4	3	2	11		20
II	1	6	3				
	2	4	2	7	13		26
	3	6	3	3	14		26
	4	7	2	3			
	5	2	4	7	11		24
	6	6	2				
III	1 à 6	2	3	5			
Moyenne en jours		4,4	3	4,5	11,8		22,6

Les chiffres de ce tableau ne sont pas rigoureux, les observations dont il s'agit n'ayant été faites qu'au jour le jour et non point heure par heure. Les moyennes qui en découlent ne sont donc qu'approximatives.

La mise en parallèle des délais obtenus lors de chaque observation avec les moyennes thermométriques des périodes correspondantes n'offrirait pas ici le même intérêt que pour l'incubation des œufs, car il intervient dans le

développement larvaire une très grosse part de facteurs individuels, en rapport notamment avec l'alimentation. Il suffit de comparer les dates des mues pour des larves issues d'une même ponte pour se rendre compte de ces grosses différences ; il est vrai que, par un curieux effet de compensation, la durée totale de la vie larvaire est à peu près la même : 20 à 22 jours pour la série de mai 1923, 24 à 26 pour celle du 3 juin 1924.

Cycle vital. — Le quatrième âge, intercalé entre la troisième mue et le début de la nymphose, comprend trois périodes : une période active durant laquelle la larve continue de se nourrir et se nourrit même plus fort que jamais ; une phase de déplacement qui lui fait quitter le feuillage pour descendre au sol et s'y enterrer ; une phase de repos prénymphal. La phase active dure environ une semaine, le déplacement est bref (quelques heures au plus), le stade de repos s'étend de 3 à 5 jours.

Le Doryphore passe en général une semaine à l'état de nymphe, en été, sous notre climat. Une nymphe formée le 27 juin 1924 donnait l'insecte adulte le 4 juillet ; une autre formée le 29 juin, le donnait le 5 juillet. En 1927, une nymphose commencée le 17 juin prenait fin le 24, au bout d'une semaine, mais une autre, du 10 août, ne s'est achevée que le 22, au bout de 12 jours.

Le tableau suivant indique pour quelques lots, en face de la date de naissance, celles de l'entrée en terre, de la nymphose proprement dite et de la sortie des insectes parfaits. Les colonnes de droite portent les durées totales correspondantes.

Naissance	Entrée en terre	Nymphose	Sortie d'adulte	Durées		
				jusqu'à l'entrée en terre	jusqu'à la nymphe	jusqu'à l'adulte
2 mai 1923		23 mai			21	
8 mai 1923		30 mai			22	
11 mai 1923		30 mai			19	
23 mai 1923		15 juin			22	
31 juillet 1923		19 août			19	
3 juin 1924		27-29 juin.	4-5 juillet		24-26	31-32
27 mai 1927	14 juin	17 juin	24 juin	18	21	28
30 juin 1927	18 juillet		28 juillet	18		28
25 juillet 1927	6-9 août	10-13 août	22 août	12-15	16-19	28
28 juin 1929	11-13 juillet			13-15		
30 juin 1929	16-18 juillet			16-18		
2 juillet 1929	18-20 juillet			16-18		
4 juillet 1929	20 juillet			16		
10 juilllet 1929	22 juillet			12		

Après la fin de la métamorphose, l'insecte parfait, qui se dégage en une demi-heure environ de la dernière peau, est mou et de teinte claire. Il prend en quelques heures son aspect définitif, mais n'acquiert la consistance normale qu'après plusieurs jours d'alimentation.

Quant à la durée de vie de l'adulte, elle est extrêmement variable ; nous avons vu des individus mourir au bout de quelques semaines sans cause apparente et nous en avons vu d'autres demeurer vivants par delà deux hivers, sur deux années complètes. En règle générale, et sauf intervention des ennemis et parasites, des doryphores de la première génération par exemple, arrivés au stade adulte fin juin, peuvent vivre toute une année sous cette forme adulte ; leur existence totale dure ainsi au moins 14 mois.

Pour beaucoup, l'activité génitale commence dès les premiers jours ; les femelles normalement nourries peuvent, en présence de mâles, se mettre à pondre moins d'une semaine après la sortie du sol. Ces insectes ont une première phase d'activité génitale avant l'hiver, une deuxième après.

Générations annuelles. — La période d'activité du Doryphore, sur un point donné du territoire, s'étend plus ou moins suivant les années. En Gironde, il n'est pas rare, en cherchant bien, de découvrir des insectes déjà sortis sur des repousses aux alentours du 1er avril. En tout cas, les toutes premières sorties bien apparentes peuvent être constatées, en année normale, vers le 15 et les toutes premières pontes à la fin du même mois.

A l'automne, bien souvent, la disparition du ravageur semble précoce parce que le feuillage de Pomme de terre est desséché prématurément (sécheresse, mildiou), ce qui entraîne la mort des larves en cours de développement tout en incitant les adultes à se disperser.

Ces réserves faites, on peut considérer que deux générations trouvent place dans le cycle annuel : Les hibernants, nés, développés et transformés l'année précédente, pondent durant le mois de mai. Les individus de première génération issus de leurs œufs se développent en mai-juin, pour devenir adultes fin juin, début juillet. La deuxième génération, provenant d'œufs pondus par ceux-ci en juillet, devient adulte en fin août-septembre. Elle ne reproduit que l'an d'après, sauf rares exceptions.

La première génération (mai-juin) est de beaucoup la plus abondante dans nos régions. Il arrive cependant que des individus provenant des premières pontes du printemps, devenus adultes vers le 20 juin, donnent des descendants (deuxième génération) assez avancés pour s'accoupler, pondre et produire des larves d'automne, sur des parcelles dont le feuillage est encore vert. Il s'ébauche ainsi une troisième génération partielle, dont la plupart des individus n'ont pas le temps d'évoluer complètement avant le froid, ou meurent faute d'aliment.

D'après les observations en cage, il semble que les sujets tardifs, élevés

dans les conditions difficiles de l'arrière-saison, soient en plus grande partie malvenus, malingres, moins viables que ceux des deux générations normales.

En admettant comme point de départ une ponte déposée le 15 mai, voici le calendrier approximatif des générations annuelles qui peuvent se développer en plein champ au cours de la saison, en tenant compte des durées probables en rapport avec les conditions de température et en admettant un intervalle de 12 à 13 jours seulement entre la sortie des nouveaux insectes parfaits et leur ponte, c'est-à-dire en se plaçant dans le cas le plus favorable.

Ponte	15 mai.
Eclosion	25 mai.
Entrée en terre	12 juin.
Nymphose	16 juin.
Sortie d'insecte parfait	24 juin.
Ponte	6 juillet.
Eclosion	12 juillet.
Entrée en terre	28 juillet.
Nymphose	31 juillet.
Sortie d'insecte parfait	7 août.
Ponte	20 août.
Eclosion	28 août.
Entrée en terre	17 septembre.
Nymphose	20 septembre.
Sortie d'insecte parfait	30 septembre.

Voici à l'appui de ce tableau les dates relevées par M. Meilhan, en 1927, pour deux générations successives dérivées l'une de l'autre et développées en captivité.

Les œufs avaient été pondus le 20 mai, l'incubation était favorisée par une période assez chaude, les premières larves sont nées le 27. Mises en élevage aussitôt, sur feuillage frais de Pomme de terre, elles ont dévoré cette nourriture jusqu'au 13 juin. Ce jour-là, elles délaissent le feuillage et, de la terre meuble étant mise à leur disposition, elles s'y enfoncent aussitôt le 14. Le 17 elles sont transformées en nymphes et les adultes sortent du 24 au 29 juin.

Il y a lieu de noter que les derniers jours de juin et les premiers jours de juillet sont très chauds cette année-là, surtout dans le local où se trouvent les cages d'expérimentation : aussi les Doryphores semblent incommodés et s'enfoncent de nouveau en terre presque tous durant cette période ; ils en ressortent après une dizaine de jours ; mais, par ce fait, la première ponte des individus de cette génération s'est trouvée retardée jusqu'au 18 juillet.

Des œufs pondus le 18 juillet, les larves sont nées le 25, elles sont entrées en terre du 6 au 9 août ; des nymphes ont été vues le 10 août et des

adultes sont déjà sortis de terre le 22 et montés sur le feuillage qu'ils rongent.

Il est remarquable que cette observation donne une durée de 35 jours pour l'une et l'autre des deux générations, entre le dépôt des œufs (20 mai-18 juillet) et la sortie des adultes (24 juin-22 août). L'intervalle entre les dates de sortie des adultes des deux générations est d'à peu près deux mois (24 juin-22 août) ; dans ce cas particulier il a été allongé exceptionnellement et l'évolution de la deuxième génération retardée par la très forte température, qui obligea les adultes de la première à subir une estivation et leur fit perdre au moins deux semaines.

La multiplication théorique du Doryphore, en admettant le chiffre de 500 descendants par couple, soit 250 par individu, avec deux générations par an, donnerait à partir d'une seule femelle active au printemps :

500 × 250 = 125.000 au bout d'un an,

125.000 × 250 × 250 = 7.812.500.000 au bout de deux ans.

La multiplication réelle est loin d'atteindre cette progression, parce qu'il intervient beaucoup de causes frénatrices : il se trouve des œufs qui n'éclosent pas, des larves qui meurent en cours d'alimentation, d'autres qui succombent pendant la crise de nymphose ; il y a des adultes malvenus, qui meurent vite ou qui sont plus ou moins stériles ; il y a enfin toutes les causes adverses qui déciment l'espèce : soleil ardent et sécheresse du plein été, excès d'eau, champignons, insectes entomophages, araignées, vertébrés prédateurs, dont nous aurons à rappeler le rôle dans une autre partie de ce mémoire.

Et cependant, même réduite par tout cet ensemble de circontances, la multiplication se fait très vite et la descendance d'une femelle qui, à la première génération, intéresse seulement une dizaine de pieds épars sur quelques mètres carrés dans un champ, peut fort bien, au bout de deux ans, s'étendre en invasion massive sur un hectare de culture et former de multiples foyers nouveaux à l'entour dans un vaste rayon. On ne saurait donc être trop prévoyant : il faut considérer le moindre groupe de doryphores, et même le moindre sujet isolé comme un danger redoutable pour l'avenir.

Il faut, bien entendu, se rappeler que les générations successives ne se substituent pas intégralement l'une à l'autre, mais coexistent, se mélangent et se croisent ; que les œufs pondus en fin de saison ne sont pas seulement dus aux femelles de première génération, mais aussi en grande partie aux hibernants, dont la ponte se poursuit du printemps à l'automne. Les doryphores de première et de deuxième générations hivernent ensemble pour constituer les éléments de départ du prochain printemps ; avec eux peuvent se mettre aussi en état de sommeil quelques individus âgés d'un an, dont ce sera le deuxième hiver.

c) Alimentation

Dégats. — Le Doryphore s'alimente à l'état de larve, puis à l'état d'insecte parfait, pendant la plus grande partie de son existence, en dehors des périodes de repos et de sommeil (repos prénymphal, hibernation, estivation) et son aliment essentiel est le feuillage de la Pomme de terre. Etant donnée la puissance de multiplication que nous avons rappelée dans un précédent chapitre, il est facile de comprendre l'importance prise par cet Insecte comme ravageur des cultures du précieux tubercule.

Les dégâts qu'il occasionne en France n'ont pas eu encore de retentissement direct sur la production, les pertes de récolte sont minimes dans l'ensemble et les ravages locaux sont demeurés partiels, parce que la prospection des champs a permis de découvrir presque tous les foyers avant la destruction totale du feuillage. Mais, en 1922, lors de la découverte initiale, nous avons été témoins de l'anéantissement complet des parties vertes sur quelques champs de Sénéjac dont il ne restait nulle trace dès le milieu du mois de juin. Les insectes, ayant rongé les pieds jusqu'en plein sol, c'est-à-dire jusqu'à l'extrême limite, étaient obligés de partir affamés, en quête d'autre aliment.

Nous n'avons pas fait le calcul de la quantité de feuillage consommé en moyenne ; mais nous pouvons enregistrer au passage les données établies par Gibson, Corham, Hudson et Flock. Ces auteurs ont pesé d'une part la nourriture prise par des groupes de larves pendant leurs 14 à 18 jours d'alimentation, d'autre part celle qu'ont absorbée en 30 jours des groupes d'insectes parfaits en bon état d'appétit. Ils l'estiment à 27,8 décimètres carrés de feuille ou 79 g. 4 pour 100 larves et à 119,65 décimètres carrés ou 344 g. 3 pour 100 adultes, ce qui porterait à 147,45 décimètres carrés (près d'un mètre carré et demi de feuillage) et 423 g. 7 (près d'un demi-kilogr.) la consommation totale de 100 doryphores, en ne tenant compte que de 30 jours d'alimentation active à l'état d'insecte parfait.

Les données des auteurs canadiens paraissent en outre démontrer que les larves consomment, au cours de leur quatrième âge, deux fois 1/2 la quantité de nourriture qu'elles ont prise dans l'ensemble des trois premiers âges réunis, que les adultes mangent beaucoup plus à l'obscurité qu'à la lumière et les femelles plus que les mâles.

Le rappel de ces chiffres, qui sont basés sur un minimum de temps, montre suffisamment quelle énorme destruction de feuillage peuvent faire les doryphores développés par dizaines ou par centaines de milliers sur des champs de pommes de terre abandonnés à leur appétit vorace.

Avant de goûter au feuillage de la plante nourricière, les petites larves naissantes mangent volontiers la coque des œufs qui leur ont donné nais-

sance ; elles croquent aussi parfois les œufs non éclos des retardataires ; c'est même une des causes qui font que le nombre effectif des ravageurs est

Fig. 10. — Deux pieds de Pomme de terre en partie dévorés par les larves de *Leptinotarsa*.

plus ou moins inférieur à celui qu'aurait fait présumer le dénombrement des pontes (1).

Après ce premier repas, les petites larves, groupées au début, entament par îlots la face inférieure de la feuille support ; prenant des forces et grossissant vite, elles s'écartent peu à peu les unes des autres et vont s'attaquer à l'épaisseur du limbe, qu'elles se mettent à ronger par la tranche pour plus de commodité, à la manière des adultes.

Résistance au jeûne. — Les Doryphores, à l'état d'insectes parfaits, passent naturellement sans prendre de nourriture la longue série des mois

(1) Il nous est arrivé de surprendre également des insectes parfaits en train de manger leurs œufs ou ceux de leurs congénères, même en présence d'une abondante nourriture. On observe des aberrations plus curieuses encore : des larves qui, au troisième ou quatrième stade, privées de nourriture, en ont dévoré d'autres plus jeunes, soit mortes, soit vivantes ; un adulte qui s'est nourri pendant un mois en mangeant deux nymphes et cinq larves ; une grosse larve et un adulte tuant et dévorant deux larves du *Perillus bioculatus*, qui est un des ennemis les plus acharnés du Doryphore. (J. Bruneteau.)

de sommeil hivernal ; mais en pleine période d'activité, ils sont encore capables de jeûner pendant un assez long délai. Nous en avons gardé jusqu'à 11 mois sans autre aliment que l'eau dont on arrosait parfois la terre des cages, ou dont on imprégnait un tampon de coton hydrophile.

Ainsi, 12 sujets hivernants, entrés en terre au début de septembre 1922 après s'être nourris normalement, sortis le 8 mai 1923, placés aussitôt dans une cage et gardés sans nourriture, sont morts aux date suivantes : 1 le 19 mai, 1 le 24 mai, 3 le 31 mai, 2 le 5 juin, 1 le 16 juin, 1 le 19, 1 le 4 juillet, 1 le 28 juillet, 1 le 30 juillet.

Cette résistance au jeûne, très grande pour des sujets parvenus à l'état parfait depuis plusieurs mois ou plusieurs semaines, serait au contraire faible pour des sujets à peine sortis de métamorphose et n'ayant reçu à la suite aucun aliment.

Elle offre un réel intérêt pratique : des insectes arrivés sur territoire inhospitalier, loin des cultures propices, ou plusieurs semaines avant la sortie du feuillage, ne sont pas voués à la mort ; ils peuvent se maintenir vivants pendant des semaines en attendant que la pousse ait fait lever les champs d'alentour, ou que l'heureuse issue de hasardeuses pérégrinations les ait conduits sur un terrain propice.

Le retard de plantation des pommes de terre en vue d'affamer et faire périr sur place les hivernants sortis de terre apparaît comme illusoire ; cette mesure ferait vraisemblablement plus de mal que de bien à cause de la dispersion plus grande qui s'en suivrait.

Les Doryphores étant très mobiles, les traitements insecticides qui mettent un poison sur le feuillage ne les atteignent pas forcément tout de suite et l'effet de certaines applications de bouillies (telles que la bouillie bordelaise) peut se traduire par une dissémination dont il faut tenir compte, surtout quand on organise le traitement d'un foyer isolé.

Si nous observons sans trop de surprise le long jeûne éventuel des insectes adultes, nous avons au contraire sujet de nous étonner des observations faites sur les larves. L'alimentation des jeunes en cours de développement apparaît comme une nécessité ; elle l'est, en effet, pour l'évolution complète qui doit les amener, après métamorphose, à l'état d'insectes parfaits.

Leur existence comme larves dure normalement 20 jours, dont 15 ou 16 occupés à se nourrir. La quantité quotidienne d'aliment prise par chacune d'elles augmente avec l'âge et, pour ainsi dire, de jour en jour, jusqu'au moment où, le grossissement achevé, elles abandonnent le feuillage et descendent vers le sol.

Les observations qui suivent, quoique sans grand intérêt pratique, éveillent notre curiosité en nous montrant que les larves privées brusque-

ment de nourriture, ne meurent parfois qu'après des semaines. Dans un cas, il s'est agi de 25 larves d'âge moyen, privées de nourriture le 14 mai 1924 et qui sont mortes 3 le 16, 14 le 18, 3 le 19 et 5 le 22 mai. Dans un autre cas, l'observation portait sur 18 larves suivies attentivement par M. Bruneteau depuis la naissance, en août-septembre 1925. Nourries normalement sur feuillage de Pomme de terre au moins jusqu'au sixième jour, elles sont successivement sevrées, isolées chacune dans une boîte de Pétri, sans aucun aliment, après un délai variable, de 6 à 19 jours après la naissance.

N°s	Jour du sevrage	Jour de nymphose	Jour de la mort	Arrêt d'observation	Durée du jeûne
1	6e		12e		6 jours
2	8e		12e		4 jours
3	8e		18e		10 jours
4	10e		14e		4 jours
5	10e		20e		10 jours
6	12e	25e			
7	13e		48e		35 jours
8	14e		47e		33 jours
9	15e		52e		37 jours
10	16e			54e	38 jours
11	17e		56e		39 jours
12	17e		26e		9 jours
13	18e		48e		30 jours
14	18e			48e	30 jours
15	18e		22e		4 jours
16	18e	26e			
17	18e	26e			
18	19e	24e			

Les délais de survie de 30 et 38 jours mentionnés pour les numéros 14 et 10 sont un minimum ; elles ont été observées encore vivantes au bout de ce temps, mais n'ont pas été suivies au delà.

La durée d'alimentation normale pour les larves convenablement nourries de ce lot fut de 18 à 19 jours, ainsi qu'en témoigne la transformation régulière des numéros 16, 17 et 18. Cependant, et par une exception fort remarquable, une larve nourrie seulement jusqu'au douzième jour a trouvé moyen, non seulement se se transformer en nymphe (le 25e jour) mais aussi d'arriver à la forme adulte (le 36e jour). Il est vrai que cet adulte était très petit et malingre ; il mourut au bout de 10 jours (toujours en l'absence de nourriture).

Cette réserve faite, toutes les autres larves ont subi avant de mourir un jeune plus ou moins prolongé ; la survie fut de 4 à 10 jours pour les sujets privés de nourriture à partir du 6e, du 8e ou du 10e jour, tandis qu'elle attei-

gnait couramment un mois pour celles qui s'étaient alimentées régulièrement jusqu'au douzième et n'avaient été sevrées qu'ensuite ; une d'elles survécut 39 jours ; une autre, bien vivante le trente-huitième, a dû se maintenir au delà. Ces larves avaient acquis assez de vitalité pour durer des semaines, mais pas assez pour se métamorphoser.

En 1930, au cours d'essais ayant pour but d'étudier l'influence de l'alimentation larvaire sur la taille et la vitalité des adultes, M. Bruneteau a fait en outre les observations suivantes sur des larves provenant d'œufs pondus les 27 juin, 2 et 3 juillet. Il a isolé des lots de 5 ou 10 larves dans des boîtes de Pétri ou dans de petites cages sans substratum de terre, à partir du douzième jour et au delà.

Jour du sevrage	Date	Nombre de larves	Etat des sujets encore vivants	
			le 5 août	le 11 août
12e	21 juillet	10	5 nymphes 1 larve	3 adultes 1 nymphe 1 larve
13e	22 juillet	10	aucun vivant	
14e	17 juillet	5	4 nymphes	3 adultes 1 nymphe
15e	18 juillet	5	4 nymphes 1 larve	3 adultes
15e	21 juillet	10	2 nymphes	2 adultes
16e	24 juillet	5	1 adulte 1 nymphe 1 larve	2 adultes 1 larve
18e	21 juillet	5	1 adulte 1 larve	1 adulte
19e	22 juillet	10	4 adultes 2 nymphes	4 adultes

Nous devons remarquer tout d'abord qu'il s'est produit dans cette série, au moment de la métamorphose, une assez grande mortalité, qui aurait été certainement amoindrie si l'on avait offert aux larves le milieu naturel, c'est-à-dire une couche de terre dans laquelle elles puissent descendre au lieu de rester nues et en pleine lumière.

Mais ce qui importe davantage ici, c'est de noter que des larves ayant mangé pendant 15, 14 et même 12 jours seulement ont pu se métamorphoser. Sur les 10 du premier lot, sevrées au 12e jour, M. Bruneteau a obtenu 5 nymphes, dont 3 ont donné des adultes de petite taille.

Quelques expériences ont eu lieu, en 1928, sur des larves privées de nourriture, puis remises en présence d'aliment. Les unes, toutes jeunes

(moins de 3 jours), complètement privées de nourriture pendant 48 heures, sont mortes ; d'autres, ayant déjà de 6 à 8 jours, ont repris goût à l'aliment et se sont sauvées en partie après un jeûne de même durée. La plupart des sujets de 12 à 14 jours ont supporté 4 jours de jeûne et mangé de nouveau après ce délai, tandis que quelques-unes se laissaient ensuite mourir lentement.

La privation momentanée de nourriture n'entraîne donc pas forcément la mort des larves et n'entrave pas toujours leur évolution. Malgré la cessation complète de leur alimentation, certaines peuvent vivre encore plusieurs semaines et, en partie du moins, subir la métamorphose, si elles se sont alimentées pendant au moins 12 jours.

Plantes nourricières. — La Pomme de terre n'est pas le seul aliment possible du Doryphore. Dans son pays d'origine, qui est l'Etat du Colorado, l'insecte se nourrissait sur des *Solanum*, en particulier les espèces *S. rostratum* et *S. cornutum*. Au cours de son invasion à travers l'Amérique on l'a vu attaquer volontiers, non seulement la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et l'Aubergine (*S. esculentum*), mais aussi d'autres espèces telles que *S. caroliniense*, *S. warscewiczii*, *S. robustum*, *S. discolor*, *S. sieglingvi*, et s'accommoder au besoin de la Morelle noire, de la Tomate, de la Douce amère, du Datura, du Physalis, de la Jusquiame, du Tabac, de la Belladone.

Riley écrit même qu'au fur et à mesure de son extension, à l'Est du Mississipi, le Doryphore trouva sa subsistance dans un nombre de plantes de plus en plus considérable et ne limita plus ses attaques à la famille des Solanées ; on le vit, paraît-il, en 1871, dévorer les choux (?), et Gilman, en 1874, signale son alimentation possible aux dépens d'un Cirse (*Cirsium lanceolatum*), de l'Amarante (*Amarantus retroflexus*), de l'Herbe aux Chantres (*Sisymbrium officinale*), du Groseillier, du Poivre d'eau (*Polygonum hydropiper*), de l'Ansérine (*Chenopodium album* et *C. hybridum*), de l'*Eupatorium perfoliatum*, sans compter les *Verbascum*, qu'Hoffmeister le voit dépouiller de leurs feuilles dans l'Etat d'Iowa.

Nos premières observations, en 1922, nous avaient permis de constater l'attaque éventuelle du feuillage de l'Aubergine, de la Tomate, de la Douce-Amère et de la Morelle et, à un degré très faible, en captivité seulement, celle du Tabac, sur lequel les insectes ne se maintenaient du reste jamais.

Au cours d'observations, faites les années suivantes, surtout aux environs du Taillan et du Pian, où je séjournai à plusieurs reprises, je n'ai jamais vu le Doryphore se nourrir ni sur le *Physalis alkekengi* ni sur le *Datura stramonium*. Je n'ai pas vu non plus l'Insecte manger le feuillage de plantes autres que les Solanées ; les essais d'alimentation d'adultes en cage avec des végétaux pris au hasard, tels que Chou, Rave, Mauve, Séneçon, Céraiste,

Bardane, Laurier, Luzerne, Fenouil, ont donné à M. Dieuzeide un résultat entièrement négatif.

Or l'importance culturale de la Tomate et du Tabac dans le Sud-Ouest, notamment dans l'arrondissement de Marmande, qui touche au département de la Gironde, ont fait craindre, dès le début de l'invasion doryphorique, une aggravation du mal par l'attaque prochaine des plantations de l'une et l'autre de ces précieuses Solanées.

Dès l'origine cependant, nous avions constaté le peu de goût témoigné par les adultes, et même par les larves, pour le *Nicotiana*. Maintenus plusieurs jours de suite en présence de cet unique aliment, ils y avaient à peine touché, se contentant de ronger par places la grosse nervure des feuilles.

Installés de prime abord sur feuillage de Tomate, dans les cages du laboratoire, les adultes ne semblaient pas l'apprécier davantage, tandis que les grosses larves, placées dans les mêmes conditions après avoir été maintenues plusieurs jours de suite sur Tabac, se mettaient à manger avec une certaine avidité, jusqu'à ce qu'elles fussent mises auprès du feuillage de la Pomme de terre, qui eut toutes leurs préférences.

Il est exceptionnel de voir le Doryphore attaquer la Tomate en pleine nature ; nous l'avons vu en 1922, au village de Sénéjac, sur des points où les cultures de pommes de terre étaient entièrement détruites ; les larves affamées se portaient sur les rangs de tomates proches, de même que sur ceux d'Aubergine.

Il est moins rare de voir, dans les quartiers doryphorés, les adultes se réfugier au pied de ces plantes à la fin de l'été, lorsque les fanes de la Pomme de terre sont desséchées. L'attirance ainsi exercée par la Tomate n'est cependant pas très grande, ni très constante : j'ai vu en effet, en 1928, au village de Germignan, vers la fin du mois d'août, dans une culture de pommes de terre complètement rôtie par l'effet de la chaleur et de la sécheresse, les insectes parfaits Doryphores mourir en quelque sorte de soif et se dessécher à leur tour, blottis en grand nombre à la base des fanes, alors qu'à deux mètres de distance se dressaient des plants de Tomates vigoureux et bien verts, au pied desquels on n'en voyait aucun.

Il m'a semblé utile d'entreprendre quelques recherches expérimentales sur le comportement de la Chrysomèle en présence des principales Solanées, cultivées ou sauvages, de la région. Il convenait de rechercher notamment si, en l'absence complète de Pomme de terre, le Doryphore était susceptible de poursuivre son cycle reproducteur, pendant une ou plusieurs générations, sur des végétaux d'une autre espèce.

Les plantes ont été mises en pots, sous des cages garnies moitié de vitrage, moitié de parois de gaze, c'est-à-dire en milieu suffisamment aéré pour qu'elles puissent vivre normalement.

Nous allons successivement passer en revue les constatations ainsi faites sur Tomate, Tabac, Aubergine, Morelle, Piment, Lyciet, Physalis, Datura, **Pétunia, Browalie.**

Fig. 11. — Dispositif adopté pour les essais d'alimentation avec différentes Solanées.

Tomate. — Le 18 juin 1927, 20 œufs de Doryphore sont déposés par M. Meilhan sur feuilles de Tomate ; les larves naissent les jours suivants : on s'attend à les voir s'alimenter et grossir, elles n'en font rien, elles meurent toutes avant le 30 juin. Ce jour-là, le 30, 27 nouveaux œufs sont placés dans les mêmes conditions ; les larves naissent, commencent à s'alimenter très faiblement et le 12 juillet toutes sont mortes. Les larves issues de 9 œufs placés le 12 juillet sont également mortes avant le 20. Celles qui naissent de 42 installés le 23 juillet ne vivent pas au delà du 1er août.

Les expériences ont été reprises en 1928. Vingt larves naissantes sont posées avec précaution sur le feuillage le 14 août ; toutes sont mortes avant le 20. Ce jour (20 août), M. Meilhan en installe 30 qui viennent d'éclore ; elles disparaissent en 3 jours. Le 23 il en met 20, qui n'existent plus le 29. Le 29, il en place 15, qui sont toutes mortes dans les mêmes conditions.

En 1930, nouvelle série : sous la surveillance de M. Cadenat, 16 larves naissantes sont placées sur pied de Tomate le 3 juillet ; on en retrouve encore 11 le 5, 4 le 7, 2 le 9, 2 le 11, 1 seule le 15, puis le 18 juillet ; elle paraît avoir grossi normalement, s'être mise en terre et métamorphosée pour produire un insecte parfait, sorti dans la cage le 18 août. Mais 5 larves déjà grosses et 2 adultes ayant été mis dans la même cage à partir du 5 juillet, je préfère ne pas faire état de cet unique résultat positif, sur lequel les circonstances

laisseraient planer un léger doute. Entre temps, 21 autres petites larves, installées dans les mêmes conditions le 16 juillet, n'avaient survécu que 3 ou 4 jours.

En somme, et sous réserve d'un cas douteux, les jeunes larves sont toujours mortes dès les tout premiers jours sans toucher pour ainsi dire jamais à la nourriture offerte. En présence de ce résultat, si constamment négatif, qui s'oppose en partie à quelques observations faites dans des conditions spéciales en 1922, on peut se demander si les larves de Doryphores ne se comporteraient pas de façon différente suivant les variétés de tomates offertes, si en particulier elles ne seraient pas gênées par la pilosité des feuilles, plus accentuée chez certaines variétés ; des essais comparatifs de variétés déterminées permettraient seuls de répondre à ces questions, qui n'ont peut-être pas cependant un grand intérêt pratique.

En présence de cet échec des tentatives faites à partir des œufs ou des larves naissantes, nous avons essayé de partir des insectes parfaits. Déjà, en 1928, 10 Doryphores adultes ont été mis dans la cage occupée par un pied de Tomate ; une semaine plus tard, 7 sont entrés dans le sol de la cage et 3 autres sont sur la terre, inactifs ; le feuillage n'a pas été touché.

Un essai analogue est effectué en 1929 par M. Doucence : le 23 août, 10 adultes sont mis en présence d'un pied de tomate pour tout aliment ; le 25, alors qu'un pied de pomme de terre témoin est déjà fortement endommagé, celui de tomate semble intact ; le 3 septembre, sa tige est coupée à mi-hauteur et les feuilles portent quelques traces de morsures. Les insectes ont pondu tant sur les parois de la cage que sur les feuilles, mais les larves nées de leurs œufs sont toutes mortes dès les premiers jours, malgré l'aliment offert à leur appétit.

Reste la question du fruit. Une tomate mûre est mise le 20 août, sous la surveillance de Ramadier, dans une cage contenant plusieurs milliers de Doryphores. Aucun d'eux, à aucun moment, ne paraît se soucier de ce fruit qui est à la portée de tous. Un seul grimpe sur lui le 21 août, alors que la ration de fanes de Pomme de terre mise la veille est complètement épuisée ; encore n'en paraît-il manger aucune miette.

Les diverses observations faites à la Station de Bordeaux semblent donc bien concorder et, sous la réserve faite quant aux questions de variétés, permettent de conclure au faible danger du Doryphore pour les plantations de Tomates des vallées de la Garonne et du Lot, au sujet desquelles on eut tout d'abord de si grosses inquiétudes. La Tomate, tout au moins sous la forme des variétés courantes de nos régions, ne serait pour l'insecte qu'un aliment occasionnel, très peu recherché, accepté par les adultes, mais non

susceptible d'assurer le développement régulier et la marche du cycle évolutif. Cette Solanée, en l'absence de Pomme de terre, ne permettrait donc pas l'entretien et le développement de l'invasion doryphorique.

Tabac. — La conclusion sera la même, plus nettement encore si possible, en ce qui concerne le Tabac.

Au cours des tentatives faites en 1927 (39 œufs le 22 juin, 20 le 30 juin, 20 le 6 juillet, 20 le 8 juillet, 20 le 23 juillet), les larves, nées dans les conditions et délais normaux, sont toutes mortes dès les premiers jours sans avoir entamé la feuille. Pour les quatre premiers lots, la mort se produisit dans les quarante-huit heures, pour le dernier dans les cinq jours.

Les tentatives d'élevage de 1928 ont donné le même résultat. Dans 8 essais consécutifs, portant chacun sur un groupe de 20 à 25 larves naissantes, toutes ont péri en 2 ou 3 jours sans paraître avoir touché à la plante.

En 1930, 20 larves naissantes placées le 1er juillet et 12 autres mises le 4 ont toutes fini de vivre au bout de 3 jours. Cinq larves de taille moyenne installées le 5 juillet meurent aussi toutes avant le 12, après avoir paru manger seulement un peu les tout premiers jours.

L'essai d'alimentation sur Tabac de doryphores adultes (10), entrepris en 1929 et surveillé du 23 août au 15 septembre, a complètement échoué. Le Tabac ne semble donc pas convenir à l'alimentation du *Leptinotarsa decemlineata*.

Aubergine. — Les essais avec l'Aubergine ont eu lieu en 1928 et 1929. En 1928, trois tentatives ont été faites à partir des larves naissantes, comme pour la Tomate et le Tabac, et ces jeunes larves sont toutes mortes dans le même bref délai, de 3 jours environ.

En 1929, des Doryphores adultes (10) mis en présence d'un pied d'Aubergine en cage, en ont rongé les feuilles avec une certaine avidité, l'ont dévoré en quelque sorte, à tel point qu'ayant monté l'expérience le 23 août, on était obligé de changer le pied dès le 30. C'est la seule Solanée qui, hormis la Pomme de terre, ait donné lieu à telle remarque. De grosses larves ajoutées à ce moment ont aussi attaqué volontiers le feuillage.

En cette même année 1929, une autre observation intéressante était faite sur le fruit. Le 30 août, à 10 h. 30, Ramadier pose un fruit d'Aubergine en même temps qu'un fruit de Tomate, dans une grande cage contenant la réserve des Doryphores adultes destinés aux diverses expériences de la Station. Le même jour, à 16 heures, 11 insectes se trouvent sur le fruit d'Aubergine et 18 sur le calice et le pédoncule, les uns et les autres sont nettement en train de ronger. Le lendemain matin à 8 heures, 38 sont attablés sur le fruit, qui est très entamé, 17 sur le peu qui reste du calice et du pédoncule ; cela fait au total 55 Doryphores dévorant le tout avec avidité

et se disputant la meilleure place. Le 2 septembre, il ne reste plus trace de l'Aubergine, tandis que la Tomate est parfaitement intacte. Il est remarquable que cette attaque se soit produite alors que des rameaux frais de

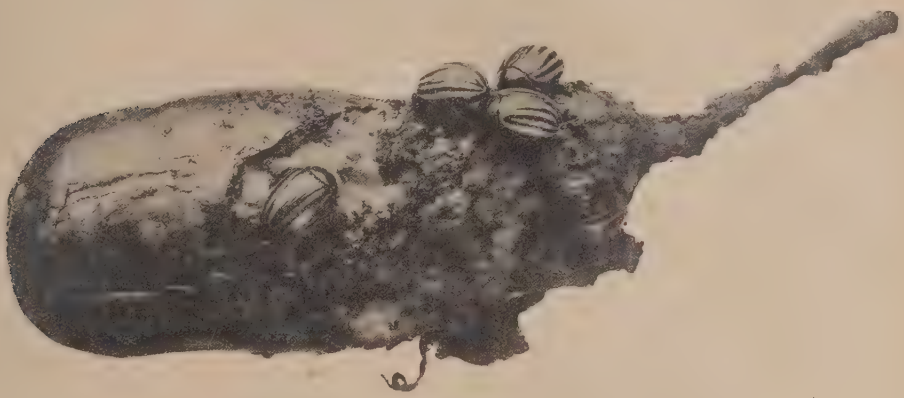


Fig. 12. — Attaque d'un fruit d'Aubergine par des insectes parfaits.

Pomme de terre étaient entretenus dans la cage. Le fruit d'Aubergine a donc été pris dans ce cas malgré la présence de la plante favorite.

Un essai complémentaire a été monté le 2 septembre avec 10 Doryphores, dans une petite cage, pour comparer de nouveau les fruits d'Aubergine et de Tomate. A aucun moment, celui-ci n'attire les insectes. Le soir même, à 14 heures, 3 sont en train de ronger le calice de l'Aubergine, les autres étant disséminés sur le treillis de la cage. Le 3 septembre, c'est encore sur le calice et le moignon du pédoncule que se trouvent les mêmes sujets, renforcés par deux autres, puis par un sixième le lendemain. A partir du 5, ayant fini de dévorer le calice, ils s'attaquent au fruit même, sur lequel d'autres les rejoignent. La consommation est très avancée le 6, date à laquelle Ramadier prend une photographie du dégât.

Tout cela montre que l'Aubergine est goûtée bien plus que la Tomate par le Doryphore à l'état d'insecte adulte et de grosse larve. Mais il n'est pas établi qu'une génération complète puisse évoluer sur cette Solanée.

Morelle. — La Morelle noire (*Solanum nigrum*), commune durant l'été dans les champs de la région bordelaise, porte assez souvent des Doryphores adultes, rarement des larves ; elle sert parfois de refuge aux insectes après le dessèchement des fanes de Pomme de terre.

Nous avons examiné, comme pour la Tomate, si cette plante sauvage pouvait ou non être le support de toute une génération. L'expérience démonstrative, mise en train et surveillée par M. Meilhan, commence le 15 juin 1927.

Une ponte de 18 œufs est placée sur un pied de Morelle. Les larves sont nées dès le lendemain. Le 20 juin, on en trouve 8 seulement, en train de se nourrir ; le 24 il n'y en a plus qu'une et le 30 toutes sont mortes. Ce même jour, 30 juin, on apporte 13 œufs ; des 13 larves qui ont pris naissance, 8 sont déjà mortes à la date du 20 juillet, tandis que 5 continuent à évoluer normalement. On les y retrouve le 25 juillet : elles ont alors acquis à peu près toute leur taille, mais une seule se métamorphose et meurt à l'état de nymphe.

Malgré l'échec de ces tentatives de 1927, on pouvait noter déjà que, sur la Morelle, les larves installées au moment de la naissance, vivaient beaucoup plus longtemps que sur Tabac ou sur Tomate et pouvaient même aller jusqu'à la nymphose.

Les observations de 1928 sont plus intéressantes : 22 larves naissantes ayant été placées par M. Meilhan sur les feuilles d'un pied de Morelle le 14 août, 18 ont disparu dans les 6 premiers jours, mais 4 sont encore vivantes le 20 août et se développent normalement. A partir du 29, on n'en retrouve que 3, qui sont presque arrivées à leur grosseur maxima le 7 septembre. Elles se sont mises en terre par la suite et l'une d'elles a fourni le 26 septembre un insecte parfait.

Nous venions ainsi, pour la première fois, de fermer le cycle en effectuant l'élevage du Doryphore sur une Solanée autre que la Pomme de terre. La Morelle noire semble donc pouvoir éventuellement servir à l'évolution complète d'une génération de ce ravageur, en l'absence de sa plante de prédilection.

En 1930, 30 larves naissantes, mises sur pied de Morelle le 19 juin, n'y prennent pas une alimentation suffisante pour évoluer entièrement. Il n'en reste plus que 4 au bout de 11 jours, que 2 au bout de 14 et, le 16e jour, il n'en reste aucune. Sur 20 autres placées dans les mêmes conditions, le 7 juillet, on n'en voit que 7 le lendemain, 4 le surlendemain, 2 le 11. Aucune n'évolue. Il en est de même pour 5 larves d'âge moyen placées le 7 juillet.

Piment. — Une tentative d'alimentation du Doryphore avec le feuillage du *Capsicum annuum* a été faite en 1925 par M. Tempère. Le 17 août, 18 œufs sont posés sur le feuillage. Le 22, on constate l'éclosion des larves, dont certaines ont même attaqué déjà la face intérieure d'une feuille. Le 25, elles sont encore toutes vivantes, quoiqu'ayant très peu mangé. Ce jour-là, M. Tempère divise les larves en deux lots : 9 d'entre elles, transportées sur feuilles de Pomme de terre, les dévorent avidement et se développent de façon normale jusqu'à la métamorphose ; des 9 autres, maintenues sur

Piment, 5 sont trouvées mortes le 26, une autre meurt ce jour-là ; les trois restantes, bien que transportées aussitôt sur Pomme de terre, meurent à leur tour les 27 et 28 août.

Le *Capsicum* a donc été à peine attaqué par les larves naissantes, qui n'ont pas réussi à s'en nourrir suffisamment pour évoluer vers la métamorphose.

Lyciet. — Des essais sur *Lycium barbarum* ont eu lieu en 1928. 10 larves naissantes placées sur feuillage de cette plante le 25 juin, sont déjà mortes le 27. 10 autres, toutes jeunes (entre 2 et 4 jours), sont mortes le 30. Mais, sur 10 moyennes ou grosses mises en expérience le 22 dans les mêmes conditions, 5 sont encore bien vivantes le 25 et rongent le feuillage avec une certaine avidité.

Cette tentative n'a pas été renouvelée. Elle reste incomplète ; mais il semble en découler que, si le Lyciet n'est pas favorable à l'alimentation des toutes jeunes larves, il peut nourrir et faire grossir celles qui ont déjà acquis une certaine taille. Aucune n'a vécu cependant sur Lyciet plus d'une dizaine de jours. L'exemple de la Morelle, sur laquelle M. Meuleyn réussit en 1928 à boucler le cycle évolutif du Doryphore, nous porte à croire que de nouvelles tentatives sur Lyciet conduiraient peut-être au même résultat.

Physalis. — Les essais d'alimentation sur Physalis, Datura, Petunia, Browalie n'ont été entrepris qu'en 1930. Sur Physalis, M. Cadenat place le 17 juin 30 larves naissantes, dont il ne retrouve plus que 2 au bout de 12 jours, puis aucune les jours suivants. De 20 autres mises le 30 juin, on retrouve 8 le 2 juillet, 2 le 7, aucune à partir du 8. Il semble que ces petites larves se sont laissé tomber de la plante sur le sol au lieu de mordre le feuillage.

5 larves moyennes (de 8 jours environ), installées le 5 juillet, en même temps que deux insectes parfaits, continuent à se développer, au moins en partie, sur *Physalis*, puisque deux d'entre elles parviennent à l'état d'insectes parfaits ; on trouve en effet, le 5 août, 2 imagos supplémentaires, en sus des deux sujets introduits dans la cage un mois plus tôt.

Datura. — 30 larves toutes jeunes, posées le 10 juin sur une feuille de Datura, grossissent ; on en reconnaît facilement 18 le 30 juin, 11 le 4 juillet (dont 9 très vigoureuses). Le 8 juillet, on peut en observer 3, devenues grosses ; on n'en voit qu'une sur le feuillage le 11 juillet, mais plusieurs sont descendues en terre. Il apparaît deux insectes parfaits le 5 août ; ces insectes sont relativement petits et ne vivent pas au-delà du 13 ; ils n'ont d'ailleurs pas semblé se nourrir.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a montré que si une ponte de Doryphore est déposée sur une feuille de Datura, le développement des larves jusqu'à la métamorphose et la transformation finale est possible.

Petunia. — 15 larves naissantes sont mises sur *Petunia* le 5 juillet, en même temps que 5 grosses larves et 2 adultes. Le 7, on ne voit déjà plus aucune des petites larves ; du 5 au 12, les grosses se sont éloignées successivement et sont mortes ; un adulte est mort également au début d'août, et le 16 il ne reste plus qu'un adulte vivant dans la cage. L'élevage sur Petunia a donc complètement échoué.

Browalie. — Il en est de même pour l'élevage sur Browalie, M. Cadenat ayant tenté sans aucun succès de faire vivre sur cette plante 50 petites larves installées le 5 juillet.

En somme, jusqu'à présent et d'après nos propres observations, seule l'Aubergine parmi les plantes cultivées, la Morelle et le Datura parmi les sauvages, semblent être propices à l'alimentation prolongée des doryphores en dehors de la Pomme de terre. Encore n'avons-nous réalisé le cycle reproducteur que sur la Morelle et le Datura, le résultat entrevu sur Tomate étant douteux et celui sur Physalis ayant porté sur des larves précédemment nourries pendant une semaine sur le feuillage habituel. Il n'en est pas moins vrai que ces remarques sur les Solanées méritent de retenir l'attention des chercheurs au cours des années à venir, pour que soit élucidée la question du maintien possible du ravageur, durant une génération ou durant une année, en dehors des champs de pommes de terre.

Il y a lieu de faire remarquer que toutes les tentatives précédentes ont eu lieu en présence de témoins de même âge, placés sur pieds de Pomme de terre dans des cages semblables, que chaque fois le feuillage de cette plante fut dévoré et que les larves ainsi élevées se développèrent normalement.

Une question connexe assez importante est celle de l'alimentation éventuelle aux dépens de la pomme de terre elle-même. Je ne parle que pour mémoire de l'erreur commise par beaucoup de gens, qui s'imaginent le ravageur comme attaquant exclusivement ou avant tout le tubercule ; c'est de là que viennent les confusions grossières qui ont fait appeler les directeurs de Services agricoles sur tant de foyers imaginaires où l'on avait recueilli des tubercules troués par des insectes souterrains, tels que les Taupins, ou pourrissant par le mildiou.

Le Doryphore est un phytophage, un mangeur de parenchyme vert ; il ne recherche que le feuillage, y compris bien entendu les nervures et les

tiges, qu'il est capable de ronger jusqu'au bout ; mais il ne mange pas les parties du pied qui sont dans le sol. Tout au plus le voit-on, en fin de saison, à défaut d'autre chose, s'installer sur un tubercule de pomme de terre déposé à la surface et dont il se met à ronger la partie extérieure.

Dans nos cages, les tranches de pommes de terre crues essayées comme appât n'ont jamais attiré beaucoup l'attention des doryphores, non plus que les tranches de pommes de terre bouillies, ou qu'une pâtée formée par mélange de la pulpe du tubercule et de feuilles écrasées.

Variation de poids du Doryphore adulte. — A propos de l'organisation pratique du ramassage, j'ai noté dans une précédente étude, en 1922, le poids moyen de sujets adultes pesés en octobre-novembre. Il s'agissait de calculer ce que pourraient être payés 100 grammes de doryphores en cas de grosse récolte. M. Dieuzeide avait ainsi trouvé 10,23 centigrammes par individu en moyenne, avec des écarts de 9 à 14 centigrammes. Mais il s'agissait d'insectes en train d'hiverner, extraits de terre pour la circonstance, ayant subi par conséquent un jeûne de plusieurs semaines, sujets obtenus en grande partie par élevage en captivité, métamorphosés à l'arrière-saison et peut-être en moyenne moins gros que les autres.

Il y avait lieu d'effectuer des pesées nouvelles soit en fin d'hiver, soit en pleine saison des dégâts, c'est-à-dire à la fin du jeûne et en pleine reprise d'alimentation. Voici les résultats obtenus dans ces diverses conditions :

En 1923, dès la fin de mars, quelques sujets à peine sortis d'hibernation, ont été placés sur la balance par petits groupes. Il en est résulté les chiffres suivants :

Date	Nombre d'insectes	Poids (en grammes)	Poids moyen
19 mars	12	1,25	0,1041
21 mars	10	1,05	0,105
26 mars	6	0,65	0,1083
	28	2,95	0,1053

La moyenne est un peu plus élevée que celle du lot d'octobre-novembre, ce qui tient sans doute à ce que les insectes ont déjà récupéré de l'eau depuis leur réveil.

Le 17 avril, 8 de ces insectes, nourris depuis le 22 mars sur feuilles de l'omme de terre, pèsent 1 g. 02, ce qui fait une moyenne de 0,1275. Le 10 mai, les chiffres sont beaucoup plus élevés :

Nombre d'insectes	Poids (en grammes)	Poids moyen
13	2,2	0,1692
7	1	0,1488
7	1,1	0,1571
Total : 27	4,3	0,1592

Soit une moyenne de 15 cg. 9 par insecte. C'est à peu près la même moyenne qui découle des pesées suivantes, faites le 10 septembre 1923, sur des doryphores de la première génération annuelle, devenus adultes en juillet :

Nombre d'insectes	Poids (en grammes)	Poids moyen
50	7,9	0,1580
40	6,3	0,1575
30	4,8	0,16
20	3,21	0,1605
10	1,65	0,165
10	1,59	0,159
5	0,8	0,16
5	0,81	0,162
5	0,81	0,162
10	1,52	0,152
10	1,62	0,162
10	1,67	0,167
215	34,28	0,1594

Des pesées effectuées le 10 mai 1924 ont donné :

Nombre d'insectes	Poids (en grammes)	Poids moyen
100	16,05	0,1605
31	5	0,1613
33	5	0,1515
30	5	0,1666
194	31,05	0,16

Cette moyenne est à peine supérieure à celles de mai et de septembre 1923 ; on peut la considérer comme sensiblement équivalente. Il y a lieu de tenir compte en effet de la part d'erreur toujours possible avec les balances dont nous nous servons ; il peut y avoir aussi quelques variations suivant que l'on prend plus ou moins de mâles ou de femelles.

D'après ce que nous avons dit dans un précédent chapitre, au sujet des dimensions relatives de l'un et l'autre sexe, il doit exister une assez grosse différence dans leurs poids moyens. A la même date du 10 mai 1924, M. Dieuzeide, pesant séparément 12 mâles et 12 femelles, a trouvé pour le premier lot 1 g. 80 (moyenne 0,15) et pour le second 2 g. 35 (moyenne 0,196). La pesée d'une autre femelle lui donnait 0,199.

Le 13 juin 1928, les poids obtenus sont nettement supérieurs à tous les précédents ; un lot de 450 doryphores donne 81 g. 9, soit une moyenne de 0,182. 10 femelles gravides accusent un poids de 2 g. 35, soit 0,235 en moyenne. Une femelle seule a même dépassé 0,25.

La comparaison des divers chiffres moyens obtenus à la Station de Bordeaux, sur des lots pris au hasard avec une proportion indéterminée de mâles et de femelles, s'établit comme suit, en centigrammes :

Septembre, après alimentation prolongée	16
Novembre, période d'hibernation	10,23
Fin mars, sortie d'hibernation	10.53
Milieu avril, en cours d'alimentation	12,75
Milieu mai, après alimentation prolongée	16
Milieu juin	18

De ces observations, il semble se dégager que le poids moyen des doryphores adultes, qui oscille autour de 16 centigrammes pour des individus en pleine alimentation, peut arriver à dépasser 18 au printemps et que le poids individuel peut s'élever jusqu'à 25 pour une femelle. Mais en hiver le chiffre moyen s'abaisse à 10,5 et même à 10,25, ce qui représente une différence d'au moins un tiers par rapport à mai ou septembre.

Augmentations et pertes de poids sont, pour un individu donné, en rapport avec la proportion d'eau contenue dans le corps de l'insecte, ainsi qu'avec la nutrition : l'état d'hibernation se traduit en effet par une élimination d'eau et par la mise du tube digestif à l'état de vacuité, tandis que l'état actif comporte la récupération de cette eau et la prise d'aliments, qui entraînent l'engraissement du sujet et le développement de ses éléments génitaux.

Les poids individuels ont varié presque du simple au triple et il est probable que des observations prolongées donneraient des écarts plus considérables.

d) Relations avec le sol.

Un fait notoire dans la biologie du Doryphore est qu'il passe une grosse partie de son existence dans le sol. On voit toute de suite l'importance de cette remarque au point de vue pratique : elle montre en effet que, pour guérir un champ, il ne suffit pas toujours de s'occuper du feuillage, qui

est l'unique siège des dégâts ; elle montre aussi que la répartition des foyers et leur intensité peuvent être grandement influencées par la nature du terrain.

Les relations du ravageur avec le sol sont de deux sortes : il y entre, à faible distance de la surface, à l'état de larve, pour accomplir la nymphose ; il y pénètre, à plus ou moins grande profondeur, à l'état d'insecte parfait, pour un long repos qui correspond généralement à la période hivernale.

Nymphose. — Complètement développées et repues, après s'être nourries sur le feuillage de la Pomme de terre pendant deux semaines et demie environ, les larves descendent le long des pétioles et des tiges ; d'aucunes même se laissent choir plus facilement que de coutume, sous l'effet de chocs déterminés par le vent ou par le passage d'animaux domestiques et de personnes. A ce stade, elles ne cherchent pas à remonter sur la plante, mais à se cacher dans le sol.

Ce besoin instinctif trouve habituellement sa réalisation tout près du point où elles ont grandi, sous le pied qui leur a servi d'aliment et d'habitat ; le déplacement est ainsi très limité, quand le sol est meuble. Sur un sol dur, au contraire, elles doivent se livrer à des errements étendus, à une sorte d'exploration, allant au hasard, à la recherche d'une fissure, d'une crevasse ou d'une galerie propices. Leur départ semble se faire dans une direction quelconque ; parfois le trajet se poursuit à peu près dans la même direction jusqu'à réussite, mais en général il représente un va-et-vient irrégulier. Nous avons vu des larves parcourir ainsi plusieurs mètres dans certains sols de graves ; nous en avons suivi une jusqu'à 11 mètres du point initial, ce qui représentait un parcours réel beaucoup plus étendu, en raison des zig-zags de cette marche à l'aventure.

On comprend la difficulté spéciale offerte par les sols argileux : la nymphose y est beaucoup moins commode ; elle peut cependant y avoir lieu presque normalement en période sèche, grâce aux craquelures dans lesquelles des larves trouvent à se cacher le temps nécessaire.

Les migrations des larves en mal de nymphose semblent se produire uniquement en plein jour, ce qui porte à croire qu'elles sont déterminées par un phototropisme négatif en même temps que par un géotropisme positif de courte durée.

Cette entrée en terre semble être de règle dans la nature, en plein champ. Il n'en est pas de même dans les conditions du laboratoire, à l'intérieur des cages d'observation. Là, même sur un sol très meuble, nous en voyons se nymphoser à découvert ; le phototropisme négatif serait donc très atténué au-dessous d'un certain degré d'intensité lumineuse. Peut-être d'ailleurs l'instinct qui les pousse tient-il à la fois à la recherche d'un milieu obscur

et d'un milieu calme, conditions que, dans l'insectarium, elles trouvent réalisées à la surface du sol des cages sans aller plus loin.

Il est rare qu'on trouve des larves demeurées à la surface dans un champ, soit entre les bases des tiges de pommes de terre, soit entre des mottes.

La profondeur à laquelle elles descendent pour subir la métamorphose varie suivant les circonstances et d'après la nature du sol ; elles restent en général assez près de la surface, jusqu'à 10 ou 12 centimètres. On en trouve cependant à de plus grandes profondeurs, surtout dans des crevasses ou dans des galeries préexistantes.

L'observation faite en juin 1924, dans les conditions expérimentales d'une cage, sur 40 larves, donne les résultats suivants, pour un sol meuble, sablonneux (terre du Taillan) :

A moins de 2 centimètres	3
Entre 2 et 5 centimètres	14
Entre 5 et 8 centimètres	16
Entre 8 et 12 centimètres	7
Au delà de 12 centimètres	0

Le 28 août, dans une éprouvette et dans un bocal à large goulot (diamètres respectifs 6 et 10 centimètres), contenant chacun 20 cm. de terre du Taillan, M. Bruneteau a placé 10 larves de Doryphore en présence de nourriture. Le 4 septembre, les larves sont toutes en terre et nymphosées. Le 5 septembre, on relève les profondeurs que voici :

	Bocal	Eprouvette
A 2 centimètres	»	1
A 3 centimètres	1	4
A 4 centimètres	3	»
A 5 centimètres	2	2
A 7 centimètres	3	»
A 8 centimètres	»	2
A 10 centimètres	»	1
A 12 centimètres	1	»

Etant donnée la difficulté d'un examen précis, ces profondeurs ne sont justes qu'à 1 ou 2 centimètres près ; elles restent dans les mêmes limites de niveau que celles de l'observation précédente. Le 10 septembre, dans une éprouvette contenant 17 centimètres de la même terre, M. Bruneteau installe 9 larves, qui s'enfoncent le 13 septembre. Le 14, il verse de l'eau sur cette terre, de façon à en faire une bouillie à peine consistante. Le lendemain, il s'enquiert de la place occupée par les larves et trouve : la première à 4 centimètres, la 2e à 7, la 3e à 8, la 4e à 9, la 5e à 10, la 6e à 11, la 7e à 12, les 8e et 9e à 17 centimètres (profondeurs justes à 1/2 centimètres près).

Les deux larves trouvées à 17 centimètres sont au fond même de l'éprou-

vette et ne peuvent aller plus loin. Toutes sont vivantes. Remises dans cette terre très humide, à leurs places respectives, elles y sont retrouvées le 22 septembre, immobiles, mais ayant conservé leur teinte de larves vivantes ; il n'y a pas de nymphose. Mises en terre sèche, elles sont envahies par des champignons dès le 25 septembre.

Cette dernière observation semble montrer que les larves sont descendues plus profondément dans ce milieu défavorable, comme pour rechercher plus bas une zone moins humide. Cet excès d'eau paraît avoir eu aussi pour conséquence l'empêchement de la nymphose et la mort prochaine des larves.

Dans les conditions habituelles, la larve de Doryphore s'installe dans une sorte de logette, dont la paroi de terre est tassée légèrement, mais non agglutinée. Sa transformation en nymphe n'est pas immédiate : elle attend 3 ou 4 jours avant de quitter sa dernière peau : c'est le stade prénymphal.

Après la nymphose, dont j'ai donné la durée moyenne à propos du développement, les pattes durcissent beaucoup plus vite que les ailes, ce qui permet la sortie du sol presque immédiate. Cette sortie a lieu suivant un trajet sensiblement vertical, ainsi qu'il est possible de s'en rendre compte en observant dans une cage à double paroi de verre ; elle correspond à des tropismes inverses de ceux qui ont déterminé l'enfouissement : géotropisme négatif, phototropisme positif.

Hibernation. — *Entrée en terre:* — A moins de mort accidentelle dans les premiers temps de leur vie d'insectes parfaits, tous les Doryphores hivernent et passent ainsi dans la terre une partie de leur existence. La date d'entrée dans le sol, la date de sortie, la profondeur à laquelle ils s'installent sont très variables et dépendent à la fois des conditions du moment et du milieu. Il intervient aussi un facteur individuel, puisque des sujets de même génération observés dans nos élevages, traités de même sorte, se sont enterrés plusieurs semaines et jusqu'à 2 mois plus tôt les uns que les autres.

Pour la généralité cependant, cela se produit à l'automne, à l'approche des froids ; la mise en terre s'effectue le plus souvent par à-coups ; on constate des tentatives, des mises à l'abri momentanées sous les mottes, ou le creusement de galeries à peine ébauchées, les insectes se cachant la nuit et redevenant actifs en pleine journée par temps chaud. Puis vient l'entrée définitive, la mise en hibernation, qui paraît encore soumise à des alternatives d'engourdissement et de mobilité, à une descente progressive au fur et à mesure que s'accentue le refroidissement des couches superficielles du sol, à des remontées et des retours vers la surface, en plein hiver, par période de température relativement élevée.

L'Insecte recherche en somme dans le sol un milieu optimum, qui est situé plus ou moins bas suivant la nature et la situation du terrain. Le facteur

humidité semble jouer un rôle essentiel ; ainsi, dans le laboratoire, c'est vers le fond des bocaux et des cristallisoirs, où l'humidité naturelle demeure la plus forte, que les insectes se réfugient, et s'il existe au contraire en plein champ des conditions spéciales qui la maintiennent assez élevée en surface (pluies persistantes, voisinage de débris végétaux en train de pourrir, etc.), on les y voit demeurer plus superficiellement.

Dans nos cages, la mortalité naturelle sans cause apparente a été plus grande lorsque la terre était absolument sèche sur toute son épaisseur. Il est vrai que l'excès d'eau a produit aussi des hécatombes, grâce à l'intervention du champignon *Beauveria effusa*, dont nous aurons à parler dans une autre partie de ce mémoire. L'hibernation exige donc un certain degré d'humidité, mais pas trop.

Sortie. — L'eau exerce un effet déterminant sur les changements de niveau auxquels se livrent les hibernants pendant les périodes où la température est assez adoucie. Elle agit également sur la sortie de terre, déterminée non seulement par l'élévation de la température, mais aussi par les pluies, dont l'action s'exerce d'autant mieux sur des insectes déjà rapprochés de la surface (1).

Les observations faites durant l'hiver 1922-23 offrent à ce point de vue un certain intérêt. Ramadier avait rempli de terre meuble, criblée, une série de pots et mis dans chacun d'eux, à l'automne, de 15 à 25 doryphores adultes ; à ce moment la terre était moyennement humide pour les uns, sèche pour les autres. Certains pots ont été placés sous une couverture qui les abritait de la pluie, d'autres laissés à découvert.

Sur trois, garnis de terre humide, ayant reçu chacun 20 doryphores, le premier le 23 septembre, les deux autres le 16 octobre 1922, un seul insecte mort est trouvé à la surface le 8 février 1923 et les sorties ne commencent, à proprement parler, que fin mars. Il apparaît 1 insecte le 27 mars, 1 le 3 avril, 1 le 13 (qui rentre le lendemain), 3 le 9 mai, 1 le 16, 2 le 7 juin, date à laquelle la plupart restent encore cachés dans le sol.

Sur deux autres pots, contenant chacun 15 doryphores et garnis de terre sèche, maintenus à sec sous un abri mobile jusqu'au 8 février, 4 insectes sont trouvés morts à la surface. Mais, à la suite d'un arrosage abondant effectué à cette date, les premières sorties se produisent assez vite : 1 le 27 février, 1 le 6 mars, 1 le 12, 1 le 26, 1 le 3 avril, 1 le 12, 1 le 30, 9 le 9 mai.

Dans un pot contenant 35 sujets, maintenu sous un abri fixe, avec terre sèche, il semble que les insectes ne se sont même pas enfouis, puisqu'on les

(1) Si le tropisme lumineux intervient, il ne paraît pas avoir la même importance, puisqu'il arrive de voir des hibernants s'installer, dans les cages d'observation, contre la paroi de verre, dans une pièce très éclairée.

trouve en surface à l'examen du 8 février : 19 morts et 16 vivants, qui d'ailleurs meurent tous, sauf 1, dans le courant de février et de mars, la terre étant maintenue sèche.

Sur un autre, renfermant 15 doryphores et placé dans les mêmes conditions de milieu, 3 seulement sont vivants en surface le 6 février, mais un arrosage pratiqué le 8 en fait sortir 4 nouveaux, ce qui fait en tout 7, qui meurent courant février-mars, tous les autres étant déjà morts.

De ces remarques expérimentales, il ressort qu'un certain degré d'humidité de la terre a favorisé l'enfoncement des insectes et assuré, par voie de conséquence, leur conservation, tandis qu'une grande sécheresse dans toute l'épaisseur les a fait rester ou revenir en surface, où ils ont succombé en bien plus grand nombre. On constate en outre ici, comme en maintes autres circonstances, que des insectes enfouis sont remontés à la surface à la suite d'un arrosage.

Il était bon de voir comment se faisait la sortie. M. Bruneteau a mis pour cela plusieurs doryphores en observation tout au fond de cages verticales plates à paroi de verre, garnies de terre sur 29 centimètres de hauteur.

Le 8 mars 1930, 4 sujets, à peine réveillés de leur sommeil hivernal, sont placés au fond d'une telle cage, celle-ci maintenue à l'obscurité, par une température moyenne de 14 à 15°. On évite de mettre les insectes en contact direct avec le verre, ils se trouvent séparés de lui par une mince couche de terre.

Les 4 doryphores étant désignés par A, B, C, D, le tableau suivant donne les épisodes de leurs déplacements et leurs positions successives observés pendant 100 heures.

Sujet A : Au bout d'une heure, a subi un déplacement insignifiant vers la droite ; au bout de 4 heures, a gagné 3 centimètres en hauteur et 2,7 vers la droite ; après 2 jours, se trouve à 5 cm. de haut et 1,5 à droite de la normale du point de départ vers laquelle il est revenu ; après 100 heures est à 7,7 en hauteur et 1,5 à gauche de ladite normale, qu'il a traversée.

Sujet B : Au bout d'une heure, s'est déplacé nettement vers la gauche (1,5 cm.) ; au bout de 4, s'est élevé à 6,7 tout en repassant la verticale du départ et se portant à 0,5 à droite ; revenu à la verticale au bout de 8 heures, s'élève ensuite en allant vers la droite puis vers la gauche, suivant un trajet hélicoïdal, de façon à se trouver, à la fin du second jour, à 18 cm. de hauteur et 1,5 à gauche. Au bout de 72 heures, il est à 23 de haut et 3 cm. à gauche. Enfin, au terme des 100 heures, il est déjà sorti, à 4,5 cm. à gauche de la normale du départ et il a grimpé sur la paroi de la cage.

Sujet C : S'est déplacé latéralement vers la gauche, sur 4,5 cm. pendant la première heure, s'est rapproché à 2,5 de la verticale du point de départ au bout de 4 heures, tout en ayant gagné 4,7 cm. en hauteur. Il est monté encore de 2 cm. entre 4 et 8 heures, puis de 0,5 seulement entre 8

et 48, cependant qu'il a décrit une courbe à convexité tournée vers la normale du point de départ. Il est sorti du sol pendant le 4e jour, à 4 cm. sur la gauche.

Sujet D : S'est déplacé de 1 cm. vers la gauche tout en s'élevant d'autant pendant la première heure ; puis, entre 1 et 4 heures, a décrit une courbe à convexité tournée vers la droite, en s'élevant à 5 cm. Au bout de 8 heures, il se trouve à 3cm. à droite de la verticale d'origine, mais ne s'est élevé que très peu. Au bout de 100 heures, il est à 4 cm. à gauche et sa montée totale atteint seulement 8 cm.

L'observation de ces 4 insectes suffirait à montrer que, dans les mêmes conditions de terrain, de profondeur et de température, les doryphores se comportent diversement au point de vue de la sortie de terre, que cette sortie s'effectue suivant un trajet irrégulier se rapprochant de la verticale, avec des alternatives de mouvement et de repos, et pendant une durée atteignant 4 jours et plus pour une profondeur initiale de 30 cm.

La figure ci-jointe résume les trajets et les positions, auprès desquelles le chiffre indique le nombre d'heures écoulées depuis l'origine.

Une expérience semblable refaite avec d'autres insectes réveillés de leur hibernation, a fourni des résultats analogues ; celle-ci a été prise comme type, parce qu'elle a donné lieu aux déplacements les plus actifs.

M. Bruneteau a renouvelé d'ailleurs l'essai avec les 4 mêmes insectes : 2 n'ont pas bougé en 52 heures et les autres n'ont subi que d'assez faibles déplacements. Dans un autre cas de répétition d'épreuve sur 4 sujets déjà sortis, trois n'ont pas bougé en 95 jours (12 mars-16 juin) ; le quatrième, monté à 14 centimètres le 14e jour, à 19 le 19e, est ensuite redescendu vers sa position de départ, puis s'est maintenu immobile à 5 cm. du fond.

Il semble donc qu'après la sortie effective des hibernants, ils deviennent moins capables d'effectuer une montée de ce genre. Des adultes de première génération placés au fond d'une cage, à 27 centimètres de profondeur, très peu de temps après leur formation, le 23 juin, n'ont même pas bougé pendant 15 jours d'observation, au bout desquels on les a déterrés et reconnus vivants.

Durée. — La durée du repos, son début, sa fin, varient suivant les années et suivant les individus. En 1923, nous observons que la généralité des Doryphores entrent en terre vers le 20 septembre ; en 1924, dans des conditions analogues, nous voyons le fait se produire avec un bon mois de retard, et la plupart des individus ne sont sortis qu'au milieu de mai, soit au bout de 7 ou 8 mois.

En Gironde, les sorties commencent en général vers le 10 avril, deviennent nombreuses pendant le mois de mai et se prolongent, éparses, sur juin et même au delà. Les entrées, qui ont lieu surtout en septembre-octobre,

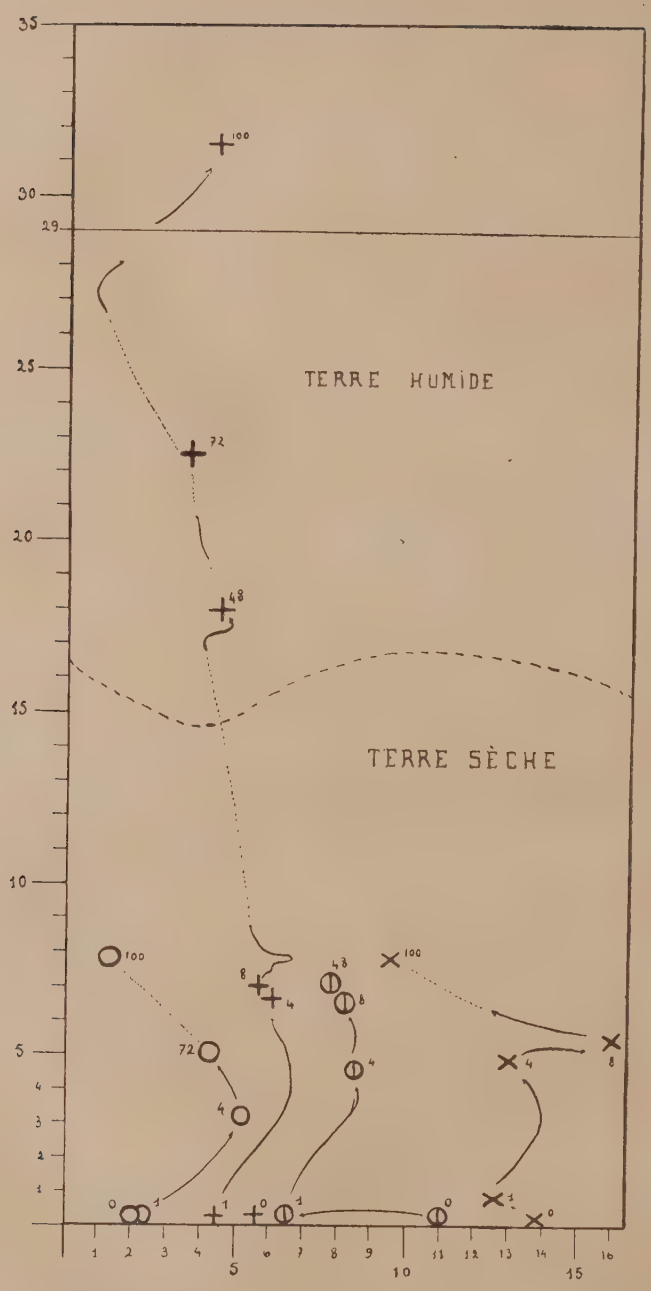


FIG. 13. — Tracé des positions successives et des trajets de 4 Doryphores adultes remontant du sol à la fin du sommeil hivernal. Pour le sujet C. le trajet n'a pas été figuré jusqu'au sol, bien que l'insecte soit sorti le quatrième jour.

sont déjà fréquentes en août et l'on en voit se produire à partir de juillet.

La durée de cette phase de repos hivernal dépasse parfois de beaucoup la saison d'hiver. Elle peut s'étendre sur toute une année. Nous avons vu dans nos élevages, particulièrement en 1926-1928, plusieurs doryphores vivre deux années complètes et hiverner deux fois, mais nous n'avons pas eu l'occasion de constater, comme Tower, une hibernation qui chevauche sur deux hivers et se prolonge sans interruption pendant 18 mois.

Le Doryphore adulte ne s'installe donc pas dans le sol uniquement pour passer la mauvaise saison. Il y séjourne même en plein été, soit qu'il prolonge jusqu'à cette époque son hibernation, en cours depuis le précédent automne, soit qu'il commence dès ce moment celle du prochain hiver, soit qu'il prenne un sommeil franchement estival. Nous avons observé à maintes reprises le cas d'estivation signalé par les auteurs américains. Il s'agit d'un processus physiologique analogue à l'autre, pour ne pas dire identique, mais provoqué par la sécheresse.

Ces remarques nous montrent, en tout cas, la nécessité d'une surveillance prolongée des foyers doryphoriques dans lesquels sont entrés en jeu les stades souterrains. L'échelonnement de la sortie des hibernants ne permet pas d'affirmer l'extinction d'un foyer dont on a, une ou plusieurs fois, libéré tout le feuillage de toute ponte, de toute larve et de tout insecte parfait. On ne peut même pas certifier l'extinction complète avant le terme des deux années.

Cela montre aussi une fois de plus quel grand intérêt s'attache à la découverte hâtive des foyers, à ce qu'ils soient reconnus avant la formation des stades souterrains, avant la nymphose des premières larves, et surtout avant la mise en terre des adultes hibernants.

Profondeur des hibernants. — Il convenait aussi et surtout de savoir à quelle profondeur s'enfouissent les insectes pour hiverner. Plusieurs observations ont été faites par nous dans ce but. Elles ont été facilitées par le dispositif suivant : un tuyau de tôle galvanisée, de 15 cm. de diamètre sur 1 m. 50 de long, divisé en plusieurs tronçons emboîtés, fermé en bas par un grillage métallique soudé à la tôle, en haut par un couvercle mobile grillagé.

Le tuyau est enterré dans le sol et garni soit de terre tamisée, soit de terre fine sablonneuse prise sur la lande du Taillan, qu'on laisse plusieurs jours se tasser normalement. On introduit alors sous le couvercle un certain nombre de doryphores paraissant prêts à se mettre en état d'hibernation.

L'expérience a été faite pour la première fois pendant l'hiver 1924-1925. Le tube n'était enfoncé qu'à sa base, sur 25 centimètres environ, de quoi faire régler, dans une certaine mesure, par capillarité, le degré d'humidité de la terre sur celui du sol environnant ; il était donc, sur les 5/6 de sa

hauteur, exposé directement aux intempéries. 25 doryphores ont été mis dans cette cage spéciale le 24 octobre, en présence de feuillage frais de Pomme de terre. Trois d'entre eux, trouvés morts, envahis par *Beauveria*, sont enlevés le 8 octobre et 2 autres le 17 novembre.

La température s'abaisse à — 2° le 7 janvier, à — 1° le 8 ; les minima se relèvent à + 2° le 9 et + 5° le 10. Craignant de laisser passer le moment favorable, nous examinons le contenu du tuyau le 12 janvier et nous y retrouvons 20 doryphores, répartis comme suit :

Profondeurs	Vivants	Morts	Envahis par Beauveria
A la surface.	0	1	1
De 1 à 3 cm.	0	3	3
De 3 à 5 cm.	2	0	
De 5 à 7 cm.	2	2	
De 7 à 10 cm.	2	2	
De 10 à 14 cm.	1	1	
De 14 à 20 cm.	0	0	
De 20 a 25 cm.	2	2	
25 cm. et plus.	0	0	
Total.	9	11	

Cette grande mortalité relative peut tenir (les 4 sujets de la surface, beauvériés, mis à part) à l'action directe du froid, auquel l'enfouissement peu profond des insectes ne suffit pas à les dérober dans les conditions de cette expérience.

Les 9 vivants, très actifs à la température du laboratoire, sont mis le lendemain (13 janvier) dans un cristallisoir garni de terre tamisée, en présence d'une pomme de terre présentant des pousses vertes. Ils ne touchent pas à la nourriture et 8 d'entre eux sont enterrés de nouveau le 27.

Une deuxième expérience analogue est mise en train fin septembre 1927, le tube étant cette fois enfoncé dans le sol, que dépasse seulement la partie supérieure, environ 25 centimètres. On y a placé 99 doryphores, qui sont retrouvés le 24 janvier 1928 aux profondeurs suivantes :

Les derniers jours qui ont précédé l'examen ont été relativement chauds, ce qui a pu contribuer à ramener les vivants près de la surface. En fait, parmi les sujets inscrits à la première ligne du tableau (0 à 5 centimètres), quelques-uns étaient tout à fait à la surface, hors du sol ; beaucoup du reste étaient morts à ce niveau, surtout par le fait de *Beauveria effusa*.

Enfin, un troisième essai du même genre, monté le 20 octobre 1928,

Profondeurs	Vivants	Morts	Envahis par Beauveria
A la surface et de 0 à 5 cm	20	29	18
De 5 à 10 cm.	23	9	7
De 10 à 20 cm.	17	1	1
De 20 à 30 cm.	0	0	0
De 30 à 40 cm.	1	0	0
De 40 à 50 cm.	0	0	0
Total.	61	39	26

avec 100 sujets, est vérifié le 24 janvier 1929, après une période de froid rigoureux. Il donne les chiffres suivants :

Profondeurs	Vivants	Morts	Envahis par Beauveria
A la surface	1	8	1
Vers 5 cm.	0	1	»
Vers 10 cm.	0	6	»
Vers 15 cm.	1	3	»
Vers 20 cm.	9	8	»
Vers 25 cm.	5	4	»
Vers 30 cm.	13	0	»
Vers 35 cm.	9	0	»
Vers 40 cm.	11	0	»
Vers 45 cm.	10	1	»
Vers 50 cm.	6	0	»
Vers 55 cm.	3	0	»
Vers 60 cm.	0	0	»
Vers 65 cm.	1	0	»
Total.	69	31	1

La conclusion qui se dégage de ces essais est que, dans les environs de Bordeaux (Le Taillan, La Grande Ferrade), la profondeur moyenne à laquelle se trouvent les Doryphores vivants en état d'hibernation, pendant le mois de janvier, peut être abaissée vers 10 centimètres, comme dans les observations de 1925 et 1928, mais qu'après une période froide elle descend à 35 et plus, comme en 1929, les maxima ayant atteint 25, 40 et 65 centimètres.

Il semble que la profondeur, tout en ayant des relations avec l'état d'humidité du sol, soit en partie fonction du degré d'activité des insectes au moment de leur mise en cage, de la température qui règne lors de cette installation et des conditions thermiques qui précèdent l'examen. Il est probable en effet que, pour beaucoup d'insectes, le sommeil hivernal est inter-

rompu par des périodes de réveil en rapport avec des séries de jours chauds et que la profondeur peut ainsi varier au cours de la saison suivant des fluctuations correspondantes, les insectes montant quand la température subit un fort relèvement, descendant si le froid revient.

Ainsi s'expliquerait tout naturellement le fait que les insectes vivants sont plus rapprochés de la surface dans l'expérience de 1927-1928, relevée après une période assez chaude, que dans celle de 1928-1929, terminée après un froid rigoureux.

Il est d'ailleurs remarquable de voir les Doryphores atteints de mycose remontés vers la surface, où on les trouve presque tous en définitive. Cela concorde avec les observations publiées par M. Dieuzeide ; l'accumulation des mycosés en surface n'est pas seulement une apparence, due à ce que le champignon fructifie à l'air : elle est réelle et correspond à un déplacement effectif.

Les rares observations faites dans la Nature tendent à confirmer les données de ces expériences. Il semble que, dans les terres meubles du même genre que celle des environs de Bordeaux et sous un climat analogue, la profondeur des hibernants soit, en plein hiver, au moment des grands froids, comprise entre 20 et 60 centimètres. Mais la vérification dans les champs est aléatoire ; les seuls sujets que le hasard nous fasse remarquer sont ceux que la charrue remonte à la surface et notre regard ne va pas plus bas que le sillon ; la découverte, par sondages, de quelques insectes, clairsemés en largeur et en profondeur, est pour ainsi dire impossible ; pour la rendre facile, il faudrait faire une concentration artificielle sur un point donné, c'est-à-dire opérer encore dans des conditions expérimentales.

Essais de décalage des périodes de repos et d'activité. — Parmi nos observations expérimentales, certaines avaient pour but spécial d'accélérer ou de retarder la mise en terre et de hâter ou de différer la sortie, afin de décaler les périodes d'activité et de repos et d'obtenir, si possible, des générations à contretemps.

Quelques remarques de ce genre ont eu lieu au cours des premières recherches ; ainsi, en 1923, M. Bruneteau a pris en surveillance 8 doryphores parvenus à l'état d'insectes parfaits le 30 septembre dans un élevage du laboratoire. Le 2 octobre, ils paraissent comme endormis et ne sont plus disposés à se nourrir, semblant prêts à l'hibernation. Pour les réveiller, l'observateur place, auprès du cristallisoir qui les contient, une lampe électrique avec réflecteur, qui les éclaire et les réchauffe. Ils cherchent à s'évader, sans toutefois tenter de partir au vol. Le lendemain, 3 octobre, ils sont bien éveillés et se remettent à manger ; ils continuent à s'alimenter jusqu'au 28 octobre. Puis l'hibernation commence, malgré la présence constante d'aliment et bien que la température élevée soit maintenue. Le premier entre

en terre le 29 octobre, tous sont enfouis le 2 novembre. L'entrée en sommeil avait été, dans ce cas, retardée seulement de 3 à 4 semaines, puis s'était faite malgré le maintien de la température.

Au reste, ce repos hivernal paraissant comme une nécessité pour l'insecte, Tower n'avait pu l'arrêter ni l'empêcher. « Le processus, disait-il, peut être modifié de différentes façons, mais il ne peut être éliminé du cycle de l'insecte et, bien que, par des stimulants excessifs et anormaux, j'aie réussi à provoquer une semi-active hibernation, je n'ai pas été capable, ni par sélection, ni par une stimulation continuelle, de modifier, même légèrement, cette habitude. »

Or, lorsque nous avons entrepris les premiers essais d'élevage, en France, de *Perillus bioculatus* et de *Doryphorophaga aberrans*, prédateur et parasite américains du Doryphore, sur lesquels nous aurons à revenir dans la troisième partie de ce mémoire, nous avons été fort gênés par l'impossibilité presque absolue d'obtenir des larves de *Leptinotarsa* soit avant le 1er mai, soit après le 1er octobre, et par la difficulté habituelle d'en recueillir en abondance sur les champs pendant une partie du mois de juillet.

Nous avons donc essayé d'obtenir un décalage, de faire pondre en mars des doryphores tirés de leur hibernation, en octobre des sujets artificiellement retardés dans leur mise en sommeil, ou dont on aurait provoqué l'hibernation à contre-temps, en milieu froid, pendant la saison d'été.

Il s'agit d'expériences très délicates, étant donné les divers facteurs qui interviennent dans le comportement saisonnier des insectes, réglé par la Nature depuis tant de générations. La nécessité nous détermina cependant à les entreprendre en utilisant comme milieux une étuve et un réfrigérateur électriques.

Le 7 mars 1930, M. Bruneteau sort de terre 12 doryphores, qu'il tire de leur sommeil par réchauffement. La température du laboratoire varie de 14 à 16°. On les place même au soleil pendant le plus de temps possible, derrière une vitre les quatre premiers jours. Ils montrent tous une certaine activité, mais trois seulement se sont mis à manger le feuillage de pomme de terre qui leur est offert. Tous s'enfoncent de nouveau les jours suivants pour reprendre le sommeil interrompu.

12 autres, tirés du sol le même jour (7 mars), placés avec du feuillage de Pomme de terre dans un local dont la température est plus élevée (18° en pleine journée), peu actifs les trois premiers jours, mangent le 4e, et présentent des accouplements le 7e jour. Mais la température s'étant abaissée au-dessous de 16°, ils deviennent peu actifs et ont même tendance à se terrer, surtout lorsqu'elle s'abaisse à près de 12°. Placés le 20 mars dans une petite pièce aménagée en étuve, chauffée par des lampes électriques, qui donnent constamment de 16 à 18°, ils se montrent dès lors très actifs, dévorent le feuillage et s'accouplent. Les pontes ne commencent cependant point avant

le 24 avril ; elles s'échelonnent ensuite, tous les 2 à 4 jours environ, sur une assez longue durée.

Douze autres enfin, pris dans les mêmes conditions, ont été placés tout de suite dans une armoire-étuve donnant une température de 24 à 26°. Malgré ce réchauffement, le premier jour ils ont eu tendance à se rendormir et deux se sont enfoncés dans la terre, le 4e jour tous se sont terrés sauf 2, le 7e jour, un troisième est ressorti, puis un quatrième au bout de 10 jours. Mais deux de ces sujets actifs sont trouvés morts le 12e jour.

Dix-sept doryphores sortis naturellement du sol en plein champ et recueillis sur les repousses de pomme de terre ont été mis le 10 avril dans la pièce étuve à 18°, 18 autres y ont été ajoutés une semaine plus tard. Ils ont été tous actifs, ont mangé, se sont accouplés, n'ont pas cherché à se terrer de nouveau. Leur ponte a commencé le 5 mai et s'est poursuivie comme dans le cas du 2e lot.

Ainsi donc, les Doryphores réveillés normalement en pleine nature n'ont commencé à donner des œufs, cette année, qu'au bout d'une vingtaine de jours et leur activité génitale n'a pas été avancée par le réchauffement artificiel dans une étuve à 18°, puisqu'ils se sont mis à pondre sensiblement à même date que leurs congénères demeurés au champ. Une avance de 12 jours seulement (24 avril-5 mai) a été enregistrée pour la date de première ponte avec des sujets d'élevage réveillés le 7 mars et maintenus plus d'un mois de 16° à 18°.

Ces premières tentatives de réveil prématuré n'ont donc pas donné de résultats marquants.

Il en fut de même pour l'essai de mise en hibernation prématurée des doryphores de la première génération annuelle.

Le 3 juillet, 5 couples sont placés dans un grand bocal contenant de la terre fine, en présence de feuillage frais de pomme de terre. Le bocal est placé dans une armoire réfrigérateur, à une température de 8° qui s'abaisse à 7 à partir du 8 juillet. Le 5, un Doryphore s'est enterré, un autre est immobile sur le sol, les pattes en l'air, les autres semblent manger du feuillage. Le 9, 4 sont par terre, 5 sur le feuillage.

Il en est de même le 12. Ce jour-là on sort le bocal de la glacière ; réchauffés par la température du laboratoire, tous les insectes s'éveillent et se remettent à manger. On les replace à 8° à partir du 16 juillet. On les ressort le 5 août, alors que 5 d'entre eux sont sur les fanes et 5 sur le sol. Tous sont bien actifs 5 minutes plus tard. Maintenus depuis à la température du laboratoire, en présence de nourriture abondante, ils ont à peine pondu en août et 7 sont trouvés morts dès le 7 septembre, 2 autres meurent avant le 27.

Un autre lot plus important, comprenant 50 Doryphores mis à la glacière le 5 août à 6-7° dans un pot contenant de la terre fine, sont tous

vivants au début de septembre ; on les laisse au froid jusqu'au 27 septembre ; ils sont mis à la température du laboratoire, 4 seulement sont vivants.

Devant cet insuccès, nous avons essayé d'obtenir des pontes en fin de saison avec 50 Doryphores ramassés sur un champ, en y ajoutant 5 couples provenant d'élevage au laboratoire. L'ensemble des 60 sujets est mis dans un grand cristallisoir à fond garni de terre, et en présence de feuillage frais, devant un petit radiateur électrique, puis devant une ou deux lampes à réflecteur, de façon à entretenir à l'entour une température oscillant entre 21 et 28°, puis entre 16 et 20°. La tentative commencée le 2 octobre n'a permis d'obtenir ni ponte ni même accouplement jusqu'au 7 novembre, date à laquelle les insectes se sont mis en terre en grand nombre.

Ce dernier essai, qui peut être mis en parallèle avec celui d'octobre 1923, n'a donc permis d'obtenir qu'un retard de mise en hibernation, mais aucune activité génitale, et par conséquent aucune ponte d'arrière-saison. Les expériences sont à reprendre.

e) Déplacements et migrations

L'étalement de proche en proche des foyers doryphoriques et la création de foyers nouveaux à plus ou moins grande distance peuvent tenir d'une part aux déplacements naturels de l'insecte par la marche, la flottaison et le vol, d'autre part aux transports accidentels par l'homme, les animaux ou les véhicules de toutes sortes.

Marche. — Lors des premières observations faites en 1922 au village de Sénéjac, sur des champs complètement ravagés, il avait été facile de voir les Doryphores, tant larves qu'adultes, quitter l'emplacement des pieds de Pomme de terre rongés jusqu'au sol et marcher en quête de nouvelle pâture. Si les déplacements des larves, dodues et maladroites sur leurs pattes frêles, étaient lents et fort limités, les possibilités des adultes étaient grandes ; on les voyait en masse émigrer sur les terres voisines, à travers les chemins d'exploitation ; nous en avons même vu beaucoup traverser une route.

L'attaque brusque de nouvelles cultures de pommes de terre ou de rangées d'aubergines était le témoin de ces migrations, qui dépassaient 100 m. de distance.

La concentration printanière d'une masse d'insectes sur des groupes de rangs pièges espacés parfois de 20 mètres est un témoin du même fait.

J'avais eu l'occasion de constater, dès 1922, l'existence de déplacements actifs et continuels des adultes, même en présence d'une abondante nourriture et sans aucun traitement du feuillage. Les déperditions d'insectes

relevées de jour en jour, à l'examen de pieds préalablement garnis tout exprès, pouvaient tenir en partie à des entrées en terre pour l'hibernation, en partie à des départs au vol, dont nous aurons à reparler plus loin ; mais elles tenaient aussi, pour une bonne part, aux échanges d'un pied à l'autre, par le simple jeu de la marche.

Les Doryphores vont et viennent en effet sans nécessité apparente. Nous n'avons pas suivi leurs trajets, dont la surveillance eût exigé beaucoup de temps, même en procédant par marquage d'un certain nombre de sujets. Nous avons toutefois constaté à maintes reprises que, se laissant tomber du feuillage sous l'effet d'un coup de vent ou quand on veut les saisir, ils demeurent quelque temps immobiles au point de chute, puis, se rétablissant, partent dans une direction quelconque au lieu d'aller toujours vers le pied proche. Leur marche est assez paresseuse, car ils s'arrêtent souvent.

Quant à l'acte physiologique même de la marche, M. Bruneteau en a fait une sorte de petit graphique en faisant déplacer un Doryphore sur un

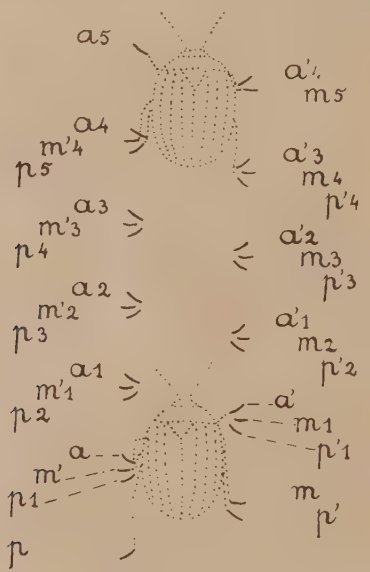


Fig. 14. — Dessin schématique indiquant les positions successives des pattes antérieures (*a* et *a'*), moyennes (*m et m'*) et postérieures (*p* et *p'*) durant la marche du Doryphore adulte.

verre enfumé, qui porte ainsi les traces des tarses et parfois, en même temps, celle du dernier segment abdominal (surtout chez les grosses femelles), celles des tibias postérieurs et même celles des palpes frôlant le support. Il a vu ainsi que, suivant la règle habituelle, les pattes antérieure et moyenne d'un côté se déplacent en même temps que la patte intermédiaire du

côté opposé, qui forme le troisième point d'appui du triangle de sustentation sans paraître prendre part au mouvement même de la progression (1).

Les traces des tarses antérieurs sont obliques vers l'avant, celles des tarses postérieurs obliques vers l'arrière, celles des moyens à peu près perpendiculaires à l'axe de direction ou légèrement tournés vers l'arrière. La trace de l'extrémité abdominale est ininterrompue et un peu sinueuse ; celle des tibias postérieurs prolonge, en plus appuyé, celle des tarses qui s'y rattachent ; enfin, les palpes marquent leur empreinte par un pointillé ou par de légers traits sinueux.

Flottaison. — L'eau courante nous apparaît de plus en plus comme un facteur important dans le transport naturel des Doryphores adultes. Maints foyers reconnus sont en effet au bord de ruisseaux ou de rivières, dans une telle situation qu'ils doivent être considérés presque à coup sûr comme créés par des insectes tombés à l'eau et portés à la berge par flottaison. Les Américains ont d'ailleurs bien remarqué ce rôle ; ils attribuent au courant des rivières et des lacs une bonne part de la propagation si rapide du ravageur à travers les États-Unis.

Je citerai dans un autre chapitre les observations que nous avons faites sur la résistance du Doryphore à l'immersion ; il ne doit être question ici que du transport. Ce transport intéresse uniquement l'insecte adulte, seule forme capable de flotter longtemps. Tombé à l'eau, il peut être éventuellement accroché sur un flotteur tel que bois, feuille morte, mais il se maintient aussi directement sur le liquide. Jeté d'une hauteur quelconque il ne s'enfonce pas, son corps n'est pas mouillé ; seule la face ventrale est appliquée sur la nappe ; les élytres, les stigmates sont en dehors. Les pattes s'appuient à la surface qu'elles dépriment légèrement ; quelquefois l'insecte, cherchant à marcher, les enfonce en les rejetant en arrière, mais il ne nage point. Le transport est passif ; poussé à la rive, l'insecte s'y agrippe, se met à marcher et, si le hasard lui fait trouver du feuillage de Pomme de terre, il s'installe dessus et peut être sur ce point l'origine d'un nouveau foyer. Ainsi s'explique l'attaque de certains champs situés en bordure d'une rivière, comme le champ de Valeuil (1923) au bord de la Dronne, à quelques kilomètres en aval du foyer de Brantôme, également riverain de ce cours d'eau.

Vol. — Le vol a été jusqu'à présent le principal moyen de diffusion du ravageur dans notre région. Toutes les constatations faites jusqu'à ce jour en France, en suivant les progrès de l'invasion, semblent bien démontrer

(1) En cas de marche ralentie, on voit que la patte postérieure avance en réalité légèrement plus tard que les deux autres.

ce rôle prépondérant (1), déjà mis en lumière par les observations faites en Amérique.

D'autre part, on voit que le mal procède essentiellement par tache d'huile, avec « éclaboussures » plus ou moins proches. Les effets du vol à courte distance sont nets. On voit, autour d'un champ infecté depuis un an, ayant fourni par suite un assez grand nombre d'adultes, les insectes apparaître de façon éparse dans les cultures voisines à quelques dizaines de mètres de là. Mais on voit aussi de nouvelles taches se former par le même procédé à plusieurs centaines de mètres ou à des kilomètres de distance. C'est ainsi que se sont produits, à partir de points très envahis, des sortes de pluies de doryphores, qui ont eu très vite dispersé le mal sur un vaste rayon.

Enfin, certains de ces bonds ont fait apparaître des taches doryphoriques nouvelles à de très grandes distances des points initiaux, et découvrir parfois des individus absolument isolés à 10 kilomètres et plus de tout foyer connu.

L'arrêt ou le ralentissement de la diffusion devant des obstacles naturels, côtes abruptes du Bourgeais, de la rive droite de la Garonne, hauteurs du sud de l'arrondissement de Jonzac, en opposition avec une avance plus rapide le long des couloirs des grandes vallées, sont encore une preuve du rôle essentiel joué par le vol.

Mais si ce grand rôle ressort bien de toutes les remarques faites sur la position relative des foyers, il était cependant utile de le démontrer par l'observation. Nous avons certes, en 1922 et depuis, recueilli les dires de nombreuses personnes témoins de faits souvent imaginaires : à Lugos, une femme, arrachant des pommes de terre par temps chaud au mois de septembre, aurait vu s'envoler plusieurs insectes sortis de terre ; à Louens, un charretier aurait vu un vol s'abattre comme un essaim autour de son cheval ; d'après un autre, des écoliers auraient fait tomber à coup de pierres de nombreux doryphores perchés sur un arbre !

Bref, il nous fallait une observation directe ; nous l'avons faite en 1923, dès le printemps. Au cours d'une tournée d'étude dans la région de Sénéjac, nous avions appris qu'un champ situé à la limite des communes du Pian et d'Arsac, au lieu dit « Moulin de Soubeyran », avait subi l'été précédent une invasion massive, et qu'après y avoir recueilli des larves rouges, « à pleins seaux », le régisseur y avait fait passer la charrue pour enfouir ce qui restait à la fois des pommes de terre et des insectes.

Tout en signalant ce point à l'attention des services agricoles chargés de la lutte, je fis du Moulin de Soubeyran un utile usage pour les remarques sur le vol. La nouvelle plantation de pommes de terre, pour 1923, avait été faite à quelque cent mètres du champ de l'année passée, qui était occupé

(1) Dr J. Feytaud. — Sur la diffusion naturelle du Doryphore par le vol. (*Revue de Zool. agric.*, Bordeaux, 1924.)

partie par des Vesces, partie par du Trèfle. Je persuadai le régisseur d'avoir à sacrifier quelques bandes de ces Légumineuses pour établir, de 10 en 10 mètres et sur toute la largeur, des rangs-pièges susceptibles de drainer les doryphores qui allaient sortir du sol.

C'est là que MM. Dieuzeide et Ramadier s'installèrent tout d'abord le

Fig. 15. — Un Doryphore adulte, les ailes étalées.

3 mai, jour de grosse chaleur. Ils avaient mission d'y demeurer en faction pour se rendre compte de l'activité des insectes et surprendre les tentatives d'envolée. Neuf observations furent faits par eux sur ce point ; toutes entre 11 heures et 14 heures, c'est-à-dire aux moments les plus chauds de la journée.

Première observation. — Deux Doryphores sont repérés à 11 heures sur un même pied de Vesce. L'un semble chercher l'ombre, se blottit dans le feuillage et ne bouge plus. L'autre, arrivé le plus haut possible, essaie de trouver son équilibre sur 2 vrilles entrelacées, ce qui n'est pas commode, étant donné que le vent fait osciller le support. L'insecte fait plusieurs tentatives pour s'envoler, ouvrant ses élytres à trois reprises, puis s'élance brusquement, élytres soulevées, ailes étendues, et va retomber à 60 centimètres.

Là, il demeure immobile, comme étourdi un instant, puis grimpe le long d'une autre tige, suit un pétiole, arrive sur les folioles, parvient à se maintenir sur l'une d'elles et se prépare de nouveau à s'envoler ; il ne va qu'à 10 centimètres et tombe sur un autre pied de Légumineuse. L'insecte est dans un état d'excitation extrême ; il agite ses antennes, explore le support avec ses palpes, se remet en position pour le vol, mais ne parcourt encore que 10 centimètres.

Après une gymnastique ardue, pendant laquelle il perd souvent l'équilibre et reste parfois appendu à des folioles, il est encore une fois au sommet d'une plante, soulève ses élytres et s'envole pour tout de bon. Il est 11 h. 10 : l'insecte est suivi jusqu'à 100 mètres environ du point de départ, à une hauteur de 2 mètres. La première partie du parcours, celle qui a été observée, marque un trajet légèrement ascendant et un vol assez rapide vers le Nord.

Deuxième observation. — Un Doryphore observé à une vingtaine de

mètres du point de départ du précédent semble très agité. M. Dieuzeide se met à l'observer et constate presque aussitôt, après une minute environ, son envolée en direction du N.-E. Parti à 25 centimètres environ au-dessus du sol, il est à 5 mètres de haut au bout de 10 mètres de parcours, à 10 mètres environ au bout de 100. Son vol est donc fortement ascendant.

Troisième observation. — Ramadier, à 11 h. 15, toujours sur *Vicia*, voit

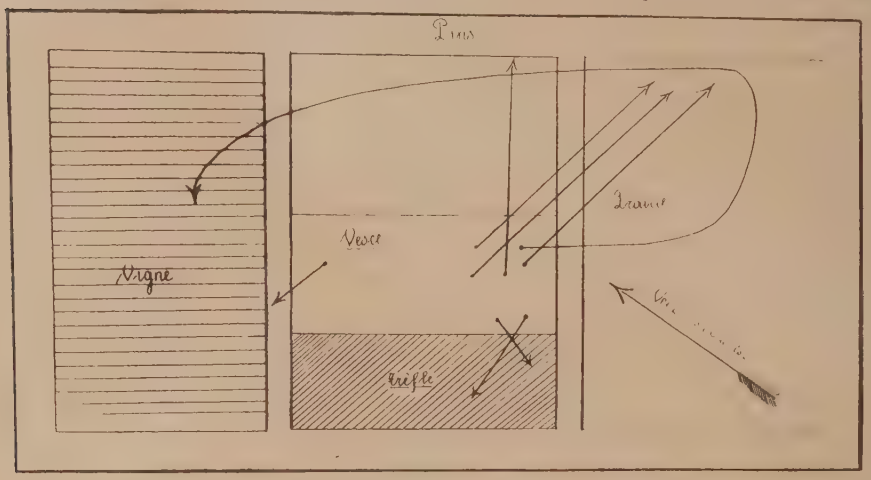


Fig. 16. — Quelques trajets de Doryphores au vol observés au Moulin de Soubeyran.

un sujet s'agiter, puis prendre son essor au bout de 10 minutes, en direction N.-E.

Quatrième observation. — Une femme occupée au ramassage des insectes sur les rangs-pièges en signale un en train de s'envoler à 11 h. 31.

Cinquième observation. — A la même heure, un insecte est aperçu en plein vol descendant du N.-O. au S.-E. (Ramadier).

Sixième observation. — Un autre, à 11 h. 30, arrivant du N.-E., vient se poser devant M. Dieuzeide sur le chemin d'exploitation.

Septième observation. — Un autre enfin, à 11 h. 44, est remarqué en train de voler du S.-O. au N.-E., à très faible hauteur.

Huitième observation. — La surveillance, interrompue de midi à 1 h. 30, est reprise à ce moment. Cinq minutes plus tard on note un Doryphore montant le long d'une tige de Vesce, s'agitant quelques secondes au sommet et prenant son vol ascendant vers le S.-O.

Neuvième observation. — M. Dieuzeide en aperçoit un qui s'envole du champ, lentement, à faible hauteur (de 1 m. à 1 m. 50). Il le suit à la course pendant 3 minutes, au cours desquelles l'insecte a parcouru environ 400 m., décrivant une courbe, passant sur la prairie voisine et revenant se poser sur la vigne, de l'autre côté du champ.

Pendant la durée de ces observations, entre 11 et 14 heures, le vent, léger, soufflait du Sud-Est.

Pour confirmer cette première série, j'envoyai Ramadier, deux jours plus tard, par grosse chaleur, dans le nord de la commune de Saint-Aubin de Médoc, au lieu dit « Coulemataou », où nous avions repéré à l'automne un autre champ de pommes de terre fortement envahi. C'est là qu'ont été faites les 10e et 11e observations :

Dixième observation. — A 10 h. 30, Ramadier aperçoit un Doryphore arrivant au vol de la direction de l'Ouest. Il le ramasse et le pose au sommet d'un piquet haut de 50 centimètres. L'insecte, au bout de 3 minutes, s'envole de nouveau vers l'Est, fait 6 mètres environ ailes déployées, sensiblement vers la même hauteur, 0 m. 50, et se pose sur le fond d'un sillon (10 h. 34).

Repris et replacé sur le piquet à 10 h. 36, il montre après 2 minutes des signes d'agitation et, au bout de 4, s'envole vers le Sud-Est. L'observateur le suit des yeux pendant 10 mètres, puis le perd de vue, alors qu'il se trouve à peine à 1 m. 50 au-dessus du sol (10 h. 40).

Onzième observation. — Le même observateur voit, quelques minutes plus tard, un Doryphore s'envoler d'un pied de Pomme de terre et partir ainsi à une faible hauteur vers le Sud-Est, puis décrire une courbe pour se mettre en direction de l'Est. Il le suit sur une quinzaine de mètres, le voit se poser sur un champ de Trèfle voisin, mais ne peut le retrouver.

Durant ces deux dernières observations, le vent soufflait du Sud-Est, assez faible.

Les conclusions qui se dégagent de cette série de constatations peuvent être ainsi résumées :

Nécessité pour l'insecte de partir d'un point assez élevé : tous sont vus s'élançant du sommet des tiges de Vesces ou de Pomme de terre ou d'un piquet.

Le vol est précédé dans tous les cas d'une période d'excitation, d'agitation, plus ou moins longue.

Parfois le départ est difficile et précédé de petits essais préliminaires infructueux.

L'insecte vole assez bien pour se passer du secours du vent. Aucun des sujets observés n'a pris franchement la direction du vent. Plusieurs sont partis en direction perpendiculaire. Un Doryphore vu en plein vol allait exactement à l'opposé (observation n° 5).

La seule évaluation approximative de la vitesse indique 400 mètres environ parcourus en 3 minutes, ce qui reviendrait à 8 kilomètres à l'heure.

Depuis, à diverses reprises, en visitant des champs très envahis pen-

dant des journées chaudes, même en plein été (notamment en juillet 1925 à Saint-Barthélemy-de-Bussière), il nous est arrivé de surprendre de-ci de-là le départ d'un Doryphore ou d'en voir passer devant nos yeux ; mais nous n'avons pas jugé nécessaire d'entreprendre jusqu'à présent de nouvelles observations méthodiques, étant donné les nombreuses questions plus pressantes qui se posaient. Au reste, ayant constaté le vol, il me paraissait difficile de le suivre à quelque distance, étant donné le peu de chance que l'on avait de jamais retrouver les insectes marqués.

Ces observations sur le vol naturel en plein champ avaient été complétées par quelques remarques et expériences de laboratoire. C'est ainsi que le 7 mai 1923, dans une pièce fermée, Ramadier a fait voler un Doryphore au bout d'un fil léger pendant une durée de 13 m. 45 s. ; en outre, on observe couramment des tentatives de départ effectuées par les Doryphores en cage, surtout lorsque celles-ci se trouvent exposées au soleil par un jour de grande chaleur.

En septembre 1923, un Doryphore rapporté du Pian dans un tube de verre tente de s'envoler à plusieurs reprises, malgré l'exiguité de sa prison. Mis au soleil dans une cage contenant un support (boîte en carton), du haut duquel il peut prendre son essor, il cherche à s'élancer, à quatre reprises, sans y réussir. M. Bruneteau, témoin du fait, découvre la cause de cet insuccès dans la position de l'aile gauche, qui ne peut s'étaler entièrement, soit qu'il y ait une malformation, soit qu'elle ait été froissée pendant les manipulations auxquelles l'insecte a été soumis.

Si les hibernants sont en mesure de s'envoler à leur réveil, par temps favorable, il n'en est pas de même des jeunes insectes parfaits à peine sortis de la métamorphose ; un certain délai leur est nécessaire, ainsi qu'une prise d'aliment, indispensable pour assurer la mise en état des organes de vol. Il semble que l'instinct migrateur puisse cependant s'éveiller en eux ; ainsi, quatre sujets pris parmi des adultes de la dernière génération, isolés depuis la métamorphose et n'ayant reçu depuis aucune nourriture, ont fait au soleil, du 17 au 25 septembre 1925, des tentatives renouvelées d'étalement des ailes, comme pour prendre un essor ; l'un d'eux est même mort les ailes déployées.

En 1926, le 19 juin, M. Bruneteau fait une série nouvelle d'observations sur des Doryphores en cage. Entre 15 et 17 heures, par temps nuageux avec de rares instants de soleil, avec une température moyenne de 23°, mais une température effective très variable, partie au soleil, partie à l'ombre, il note les tentatives de vol parmi 12 sujets, 7 femelles et 5 mâles. Chaque individu est observé à son tour, posé sur l'extrémité d'un bâton, au-dessus d'une table, dans une pièce du laboratoire, avec toute précaution pour éviter le risque d'évasion.

Nos	Sexe	Durée de l'observation	Vol	Température
1	Femelle	4 minutes	oui	25°
2	—	5 —	oui	28°3
3	—	4 —	oui	27°
4	—	7 —	oui (deux fois)	30°5
5	—	3 —	oui	30°
6	—	5 —	oui (deux fois)	28°
7	—	12 —	non	29°5
8	Mâle	1 —	oui	26°
9	—	9 —	non	28°
10	—	6 —	non	28°5
11	—	6 —	non	20°
12	—	3 —	non	18°

Riley, Tower ont déjà observé en Amérique les modalités du vol, son déclenchement aux premières journées chaudes du printemps, les déplacements à longue distance, la progression naturelle qui en résulte. Ils admettent toutefois que ces déplacements sont beaucoup plus actifs à l'automne. Au dire de Riley, la génération d'automne a une tendance toute particulière à émigrer et la plus grande avance territoriale est couverte dans la dernière partie de la saison. Et Tower fait remarquer qu'à ce moment les femelles nouvellement écloses ne sont pas alourdies par les œufs mûrs, qu'elles sont « en état de voler beaucoup plus à l'aise que celles du printemps suivant ou que celles de la première génération estivale ».

Jusqu'en 1928, nous n'avions pas eu l'occasion de constater nous-mêmes le vol à l'automne. Cela tient surtout à ce que les foyers sont alors en général beaucoup moins peuplés, de nombreux adultes s'étant mis en terre ou dispersés sans qu'on y prenne garde, surtout lorsque la dessiccation des fanes a fait disparaître le feuillage vert. Mais le 7 et le 8 septembre 1928, par journées chaudes, en me plaçant en observation au Taillan, sur certain foyer malheureusement négligé, où la plupart des fanes venaient de se dessécher et où les doryphores adultes étaient nombreux, j'ai vu plusieurs insectes (2 dans le premier cas et 5 dans le second) s'envoler après avoir grimpé soit aux fanes soit sur des plantes adventices. J'ai renouvelé cette observation fin août 1929, mais toujours sur des cas isolés, n'ayant jamais été témoin des départs en masse qu'on a signalés dans le Nouveau Monde.

Le fait que les vols d'été et d'automne sont très actifs certaines années trouverait sa confirmation, par exemple, dans la création simultanée de toute la série des foyers du Poitou, découverts au printemps 1929 et vraisemblablement créés fin 1928 par l'arrivée d'insectes partis des champs de la Haute-Vienne et de la Charente.

Transports accidentels. — Il est évident que le transport des insectes adultes peut être effectué accidentellement par des animaux, notamment par ceux dont la fourrure laineuse les accroche facilement au passage (moutons, chiens à longs poils).

Il est aussi certain, l'observation le confirme, que l'homme, abstraction faite de toute malveillance, peut être le vecteur du Doryphore par l'intermédiaire de ses vêtements et du matériel qu'il transporte soit sur le champ, soit à l'entour. Nous avons eu d'ailleurs la preuve qu'une maison pouvait servir d'écran pour arrêter les sujets en train de s'envoler d'une culture voisine, ce qui accroît encore les chances de transport accidentel par l'homme.

Enfin, il n'est pas besoin d'insister sur le rôle possible de tous véhicules, charrettes arrêtées des heures auprès des champs, voitures et autos circulant sur les routes, trains de chemins de fer, bateaux, etc. Ce danger tout spécial pour les foyers situés près des grandes gares (Bordeaux, Périgueux) ou près des ports (Bordeaux), n'a pas manqué de jouer quelquefois et reste très menaçant pour l'avenir ; mais jusqu'à l'heure actuelle, il ne semble pas que ces transports accidentels se soient réalisés sur de grandes distances, puisque l'ensemble des foyers connus s'est développé progressivement dans un rayon où la dispersion naturelle par le vol suffit à expliquer leur formation (1).

f) Marche de l'invasion

1922-1924. La tache bordelaise. — J'ai raconté dans quelles circonstances eut lieu la découverte, en 1922, grâce à la perspicacité d'un brave cultivateur de la commune du Taillan qui, voyant un de ses champs de pommes de terre envahi par d'étranges insectes, pria aussitôt le maire de soumettre les échantillons suspects à la Direction des services agricoles.

J'ai dit aussi comment l'enquête immédiate, entreprise par la Station Entomologique, avait permis de situer le foyer d'origine à quelques kilomètres plus au Nord, dans la commune du Pian, tout auprès du château de Sénéjac, dont le propriétaire, M. de Guigné, entretient des relations courantes avec les Etats-Unis, où il a du reste d'importants intérêts agricoles.

Les paysans de Sénéjac avaient, depuis un ou deux ans, assisté à la destruction de plusieurs champs de pommes de terre sans en faire part à quiconque, si bien qu'au moment de la découverte (juin 1922) le mal avait déjà produit, à partir de ce point, une très large tache qui fusait en toutes directions, non seulement, en ordre massif, sur les communes des cantons de Blanquefort et Castelnau (Arsac, Ludon, Blanquefort, Le Taillan, Saint-

(1) La question du transport par les tubercules de Pomme de terre sera examinée dans la seconde partie du mémoire.

Aubin, Saint-Médard-en-Jalles), mais aussi, en ordre dispersé, beaucoup plus loin : des transports à longue distance avaient eu lieu, jusqu'aux extrêmes limites du département de la Gironde, vers le Nord (Jau-Dignac), vers le Sud (Bourideys, Lugos, Saint-Léger), vers l'Ouest (Le Temple) et vers le Nord-Est (Lagorce, les Billaux).

A l'automne 1922, on avait ainsi repéré des foyers sur 21 communes girondines réparties du Nord au Sud du département et des étangs côtiers à la vallée de l'Isle. On signalait en outre une apparition très avancée, en plein département de la Dordogne, à Brantôme, où l'arrivée des insectes paraissait alors assez inexplicable,.

En 1923, une meilleure investigation, faite sur l'ensemble de la région bordelaise et sur les territoires voisins, fit reconnaître l'existence de champs doryphorés dans plusieurs autres communes girondines : Pauillac, Arès, Lège, Le Porge, Naujac, Balizac, Lafosse, Laruscade, Saint-André-de-Cubzac, Saint-Ciers-de-Canesse et Saint-Aubin-de-Blaye.

On en trouvait en même temps dans la partie bordante de la Charente-Inférieure : communes de Clérac, Bédenac, Coux et, plus en avant, Sainte-Ramée, ainsi que dans l'extrême Nord des Landes : communes de Belhade et de Saugnac-et-Muret.

Le foyer de Brantôme, sur lequel nous n'avions pu trouver nous-mêmes aucun doryphore en 1922, se confirmait par une sortie générale des insectes dans deux jardins contigus, situés tout près du cours de la Dronne. Il en apparaissait d'ailleurs un nouveau au bord de la même rivière, à quelques kilomètres en aval, dans la commune de Valeuil. On en trouvait trois autres en Dordogne, un dans la partie Ouest, près de la Gironde, à Saint-Michel-de-Léparon, un autre à Périgueux dans un groupe de jardins ouvriers, un troisième entre les deux, à Saint-Germain-de-Salembre.

En Charente, un unique doryphore ailé était recueilli à Saint-Laurent-de-Montmoreau, sans que sa présence laissât aucune suite : mais un foyer caractérisé était reconnu à Cellefrouin, dont l'éloignement de Sénéjac est à peu près de 140 kilomètres.

En dépit de ce bond inquiétant, à propos duquel nous ne pouvions nous défendre de penser aux calculs de Charles Riley sur la vitesse de propagation du ravageur en Amérique (80 milles par an), la situation demeurait presque stationnaire en 1924. Il y eut bien cependant quelques alertes : nous relevons en particulier dans la Gironde l'augmentation très nette du nombre des foyers sur la rive droite de la Dordogne et de l'estuaire, c'est-à-dire dans le Blayais et le Libournais (Lapouyade, Bayas, Cubnezais, Tauriac, Pugnac), cependant que les foyers du Nord du Médoc semblent disparus.

En Charente-Inférieure, les petites atteintes de Coux et Sainte-Ramée sont effacées, mais remplacées par celles de Cercoux, Bussac et Saint-Fort ; en

Charente, Cellefrouin est de même remplacé par Mainxe ; en Dordogne, Brantôme par Beauronne.

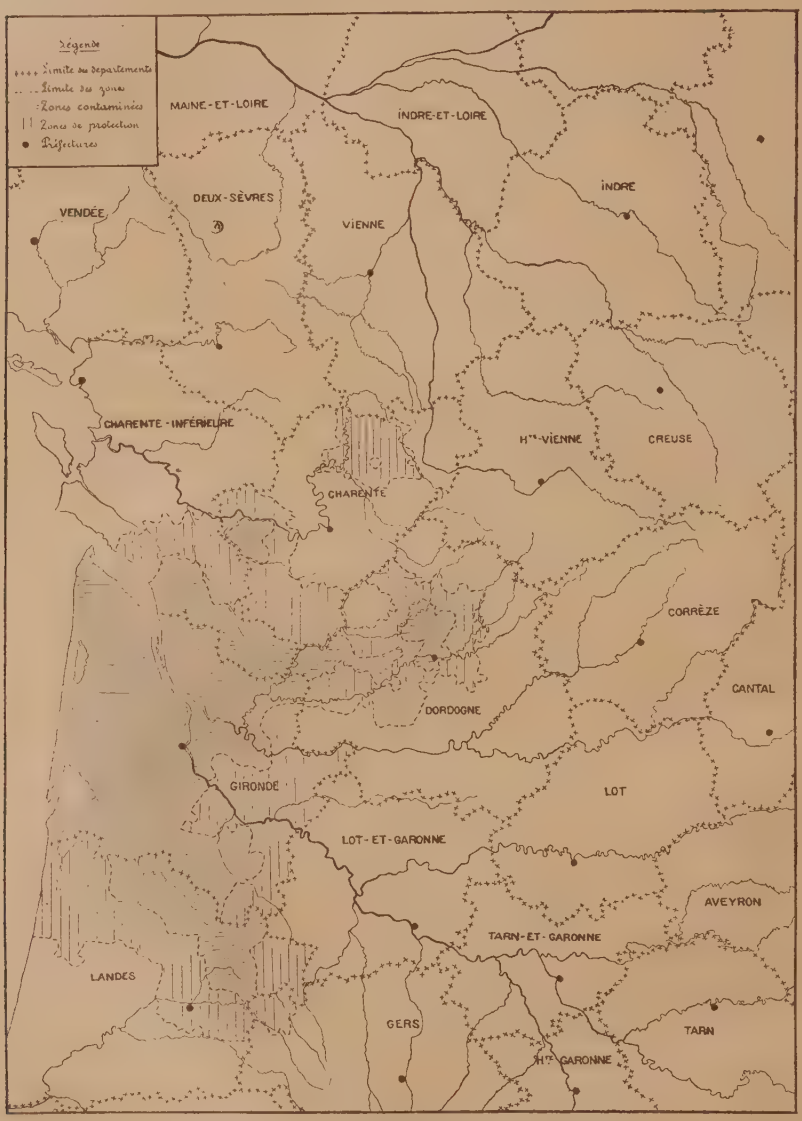


Fig. 17. — Etat des zones à la fin de 1924.

Entre temps, au Sud des Landes, sont apparues deux taches importantes : une à Sore qui sera guérie tout de suite, une à Pouydesseaux plus diffuse, destinée à produire des rejets.

1925-1928. La tache limousine. — La reconnaissance de foyers isolés à plus de 100 kilomètres de Bordeaux, la position de ceux de Brantôme et

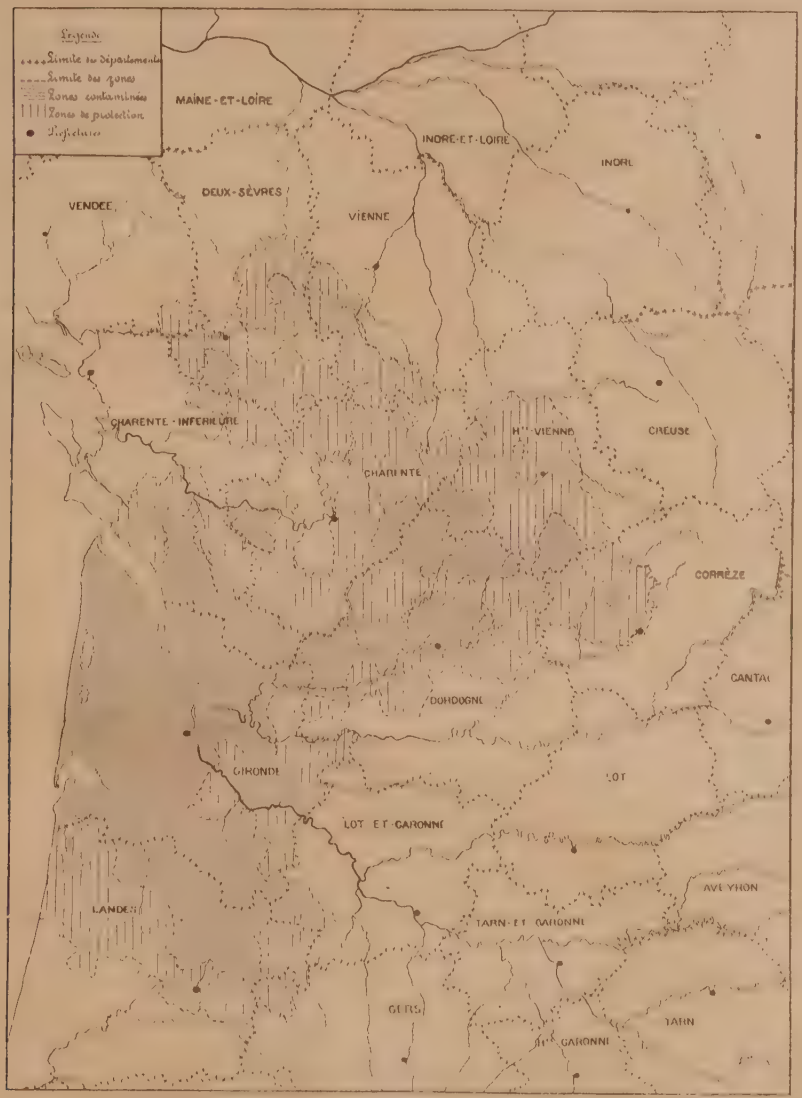


Fig. 18. — Etat des zones à la fin de 1926.

de Valeuil en direction de la Haute-Vienne, faisaient craindre que bientôt ce département fût touché à son tour.

Encore pensions-nous seulement à la propagation de l'insecte depuis

la Gironde et n'envisagions-nous pas la fatale coïncidence d'un second centre de dispersion formé en plein terroir limousin.

Un Congrès national de la Pomme de terre se tenant à Limoges en juin 1924, M. Bacon exposa la gravité de la menace et le rapport que je présentai à l'appui du sien consista en un pressant appel : « Surveillez vos champs, faites surveiller ceux des autres, car le péril est à vos portes. » Il est bien regrettable que ce cri d'alarme n'ait pas été entendu ou suffisamment divulgué dans le Limousin en cette année 1924, alors que couvait une très grosse attaque, à coup sûr déjà bien visible.

C'est en 1925 en effet que s'est révélée tout à coup la grande tache limousine, tout aussi grave déjà que l'était celle de la Gironde en 1922. Et, comme dans le Bordelais, ce ne sont pas les agriculteurs les plus atteints qui appelèrent au secours. Le point de départ et l'enchaînement des découvertes valent d'être contés brièvement.

Fin juin 1925, un mécanicien qui avait séjourné précédemment à Celle-frouin (Charente) et vu le foyer de Doryphore de cette commune au cours de l'été 1923, remarquait des insectes semblables, très nombreux, sur le feuillage des pommes de terre dans un champ proche de Busserolles (Dordogne). L'instituteur, prévenu en même temps que le maire, n'eut pas de peine à confirmer le diagnostic grâce aux documents qu'il avait reçus de la Société de zoologie agricole par l'intermédiaire de l'inspection académique. Il s'agissait d'un foyer déjà gros, dont le début remontait à deux années, sinon plus.

Le fils du maire de Busserolles, instituteur à Saint-Barthélemy-de-Bussière, mit en éveil ses écoliers et reconnut aussitôt un foyer d'âge et d'importance analogue dans cette seconde commune.

Une causerie faite par moi un dimanche de juillet à la faveur des élections cantonales, tandis que j'allais avec M. Beylot voir les deux points précités, en fit trouver deux autres dès le lendemain dans la commune de Marval (Haute-Vienne).

Alertés par le maire de cette commune, le Directeur des Services agricoles de la Haute-Vienne et le sous-préfet de Rochechouart firent immédiatement une tournée de conférences dans les communes proches tandis que MM. Beylot et Lestant agissaient de même en Dordogne, et les découvertes succédaient aux découvertes. On reconnut ainsi très vite des champs doryphorés sur les communes des cantons de Saint-Mathieu, Chalus, Bussière-Badil et Nontron.

L'étendue et la densité de l'attaque étaient surtout grandes dans la commune de Dournazac (Haute-Vienne), qui pouvait être dès ce moment mise en parallèle avec celle du Pian (Gironde) comme centre de diffusion du parasite.

Plus au Nord, en pointe, deux champs étaient reconnus dans les Deux-

Sèvres, à Loubillé et Frontenay Rohan Rohan. La Charente semblait tout à fait indemne. La Charente-Inférieure avait aussi guéri ses foyers, mais elle en offrait quelques autres, soit sur des communes déjà prises (Bédenac et Bussac), soit sur de nouvelles toutes proches (Saint Vigulin, Saint Pierre-du Palais, Chepniers, Fouilloux, Boscamnant) et sur une plus avancée (Montpellier-de-Médillan).

En Dordogne, ce pendant qu'étaient effacées les attaques de Saint-Michel de-Léparon, Valeuil et Saint Germain-de Salembre, il s'en révélait une autre sur deux champs situés face à face, des deux côtés d'un vallon, dans les communes de Saint-Vincent-Jalmoutiers et Saint Privat des Prés.

La situation restait stationnaire dans les Landes où l'on voyait les foyers éteints remplacés par quelques autres, situés sur les territoires d'Argelouse, Richet, Sarbazan, Bourriot-Bergonce, Mano, Pouydesseaux, Garein.

En 1926, l'attaque du Limousin se précise, on trouve de nouvelles communes doryphorées dans le Nord de la Dordogne et dans le Sud Ouest de la Haute Vienne, ainsi qu'un groupe plus à l'Est à l'entour de Saint-Yrieix (Saint Priest-Ligoure, Château Chervix, Coussac Bonneval et Glandon) et deux isolées : Saint Gence, au Nord de Limoges (Haute Vienne), et Lagraulière (Corrèze).

On voit d'ailleurs que la grande tache de Dournazac s'étend jusqu'en Charente, dans le canton de Montbron (communes de Saint Germain et d'Eymoutiers).

Dans les Deux-Sèvres, tandis que les foyers de 1925 ont tous les deux disparu, deux autres nouveaux sont reconnus à Marigny et Chantecorps ; celui-ci est nettement en pointe, à 180 kilomètres de Bordeaux.

La situation semble plutôt améliorée en Charente Inférieure et dans le centre et l'Ouest de la Dordogne où se révèlent cependant les foyers de Sorges et d'Echourgnac en même temps que plusieurs dans le Nord. Elle est à peu près stationnaire en Gironde et dans le Nord des Landes, où des foyers nouveaux sont trouvés à la place des anciens, toujours sur le même secteur, mais sur une aire de répartition plutôt diminuée et avec une intensité locale amoindrie.

En 1927, les foyers du Pian et des communes voisines se sont atténués, mais il s'est manifesté dans la même région bordelaise de gros centres de reproduction : un dans l'île Cazeaux, un près des bassins à flot de Bordeaux.

Les foyers du Blayais se resserrent de plus en plus et, du Libournais, une poussée se dessine dans la vallée de la Dordogne.

Un point est reconnu dans le Lot-et-Garonne, à Duras ; deux dans la Charente (Barbezieux et Bonneville), où les anciens avaient tous disparu au

fur et à mesure, un dans les Deux-Sèvres à Loubillé, non loin du premier foyer de 1925.

Dans les Landes, la situation est plutôt meilleure, les foyers connus sont presque tous éteints, mais quelques autres sont découverts.

En Dordogne, les foyers de Sorges, Saint-Privat-des-Prés, Saint-Vincent-Jalmoutiers, Saint-Paul la Roche sont éteints. Ceux d'Echourgnac et de Périgueux persistent. Il en apparaît un au voisinage de celui des Eglisottes (Gironde) dans la commune de Saint-Michel-de-Rivière, un autre à Saint-Romain, près de Thiviers.

Quant à la région du Nontronnais la situation s'y complique par la découverte d'une tache importante jusqu'alors méconnue, située sur la commune d'Augignac.

En Haute-Vienne, si des foyers guérissent, ils sont remplacés malheureusement par d'autres. Ceux de Dournazac, mal surveillés en 1926, sont plutôt aggravés. Celui de Coussac-Bonneval a été reconnu s'étendant sur la commune de Meuzac. La situation est stationnaire en Corrèze.

Aucune modification importante n'apparaît en 1928 dans la Gironde quant à la répartition des foyers. De l'avis du Directeur des Services agricoles, l'intensité serait plutôt amoindrie dans toute la zone rurale, mais les taches de Bordeaux et de l'île Cazeaux demeurent intenses et la poussée du Libournais vers l'Est s'accentue le long des vallées de l'Isle et de la Dordogne.

On découvre dans les Landes un nouveau groupe de foyers précédemment méconnus, autour d'Escalans et d'Herré, avec répercussion dans le Lot-et-Garonne, à Sainte-Maure. Deux nouvelles communes (Chamouillac et Saint-Georges-des-Agouts) sont prises dans la Charente-Inférieure.

La tache limousine de Dournazac-Rochechouart devient plus diffuse et déborde sur le département de la Charente, à la fois près de la Tardoire (Rouzède, Roussines) et près de la Vienne,dont elle dépasse le coude (Saint-Junien, Javerdat, Etagnac, Montrollet). Un foyer isolé se révèle du côté de Limoges, à Aixe-sur-Vienne, un autre beaucoup plus au Nord, à Saint-Ouen-sur-Gartempe. On en découvre sur les communes de Bussière-Galant et de Ladignac-le-Long, ce pendant que, plus à l'Est, on reconnaît l'envahissement total de la commune de Saint-Yrieix, sur laquelle les agriculteurs n'avaient malheureusement encore signalé aucun point suspect. La tache de Saint-Yrieix-Coussac-Bonneval s'étend et gagne un point en Corrèze (Ségur).

1929-1930 Les foyers du Poitou. — Les foyers négligés, encore trop nombreux, ainsi que les taches ou groupes de foyers nouveaux découverts seulement en plein été 1928, ont dû, à la faveur d'une saison particulièrement chaude, fournir beaucoup d'ailés émigrants. C'est probablement à cela qu'est due l'inquiétante accentuation du fléau pendant l'année 1929.

En Gironde, le nombre des communes atteintes a doublé par rapport à l'année précédente. La tache des docks de Bordeaux gagne les communes voisines : la partie Nord du Médoc, libérée depuis 1923, est reprise sur deux points (Ordonnac, Valeyrac) et le nombre des foyers s'accroît autour du bassin d'Arcachon ainsi que dans la vallée de la Leyre et le Bazadais. Cette accentuation se continue dans les Landes, où le ravageur est découvert sur toute une série de nouvelles communes, en particulier autour de Mont-de-Marsan et autour d'Escalans, sur les confins du Lot-et-Garonne où Gueyze s'ajoute à Sainte-Maure.

La situation s'aggrave aussi dans le Blayais et le Libournais, notamment aux abords des rivières, le long desquelles l'invasion avance de plus en plus vers l'Est, en Dordogne, où l'on constate d'ailleurs l'existence d'un groupe de communes fortement touchées près de Neuvic (vallée de l'Isle).

En Haute-Vienne, les foyers se multiplient de part et d'autre du cours de la Vienne et il en apparaît deux nouveaux bien au delà, près de la limite du département de ce nom, sur lequel une trentaine de communes sont atteintes à leur tour. Au Sud, de proche en proche et par points isolés, l'aire des foyers limousins s'étend plus que jamais sur les départements limitrophes.

Une dizaine de champs sont reconnus atteints isolément dans les Charentes, un dans la Vendée (Maillezais), trois dans les Deux-Sèvres dont un en pointe très avancée (Saint-Martin-de-Mâcon), deux dans l'Indre (Lignac et Prissac) et dans le Lot (Bannes et Ladirat), un dans le Tarn-et-Garonne (Montesquieu). L'ensemble des foyers connus occupe une aire bien plus vaste que précédemment.

En 1930, cette aire est plus vaste encore, tant par suite des progrès naturels de l'invasion, favorisés par l'été précédent, que par le fait d'une prospection beaucoup plus intense. Celle-ci permit en effet de découvrir tout de suite beaucoup de champs doryphorés qui sans elle eussent été sans doute laissés dans l'ombre un an de plus.

La dernière année se caractérise à la fois par cette extension territoriale et par une densité plus grande des foyers. En Gironde, le nombre des communes envahies est encore doublé d'une année à l'autre ; ces communes se répartissent sur toute la longueur et sur toute la largeur du département, depuis la pointe du Médoc (Soulac) jusqu'à la limite des Landes et du Lot-et-Garonne (Lartigue), et depuis les étangs côtiers jusqu'au Périgord. Vers le Sud, l'invasion, venue de la région bordelaise, dépasse Mont-de-Marson, atteint presque Agen et s'avance entre les deux jusque dans le Gers. Vers l'Est, elle s'étend au point de s'étaler d'un bout à l'autre du département de la Dordogne où la plupart des foyers s'alignent dans les grandes vallées. D'autres s'éparpillent sur presque toute l'étendue des départements de la

Charente, de la Charente-Inférieure, du Lot-et-Garonne, du Lot et de la Corrèze, tandis que vers le Nord et l'Est l'aire limousine gagne les parties

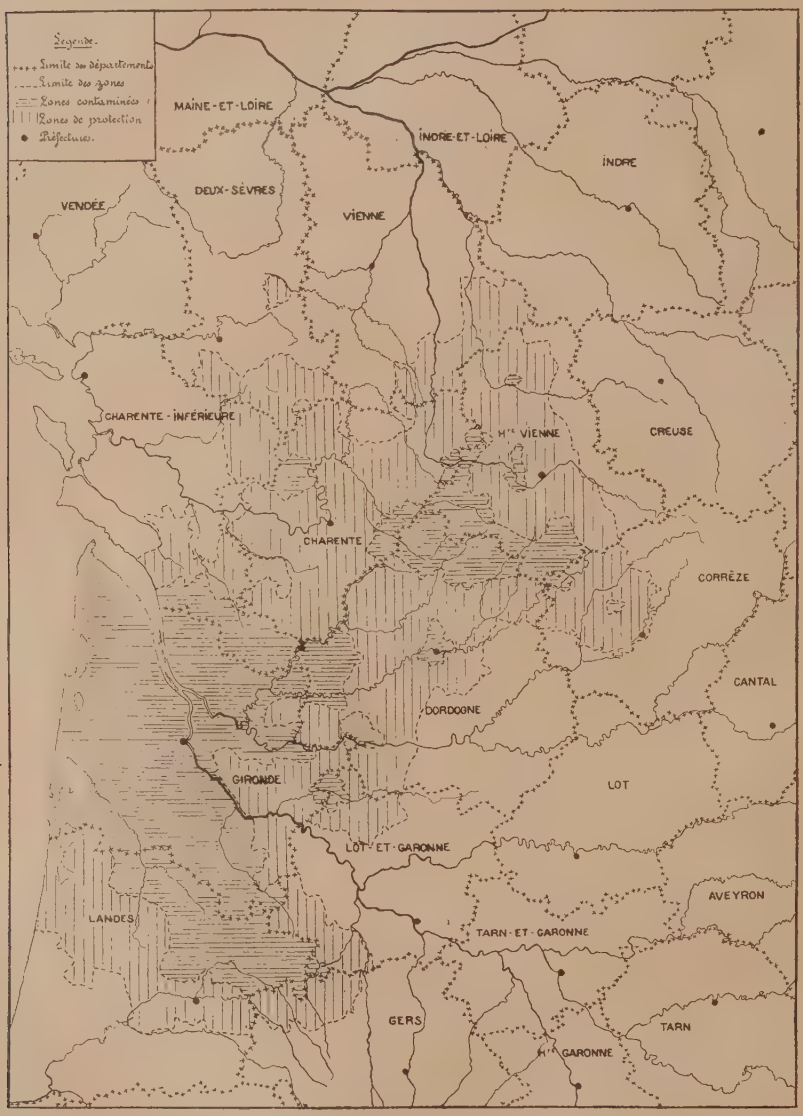


Fig. 19. — Etat des zones à la fin de 1928.

restantes de la Haute-Vienne et déborde sur la Creuse et l'Indre, tout en consolidant son avance dans le Poitou et menaçant de près la Touraine.

Les foyers détachés en avant sont à Luçon et Mervent (Vendée), Lar-

geasse et Maisontiers (Deux-Sèvres), Raslay (Vienne), Trogues, Sainte-Maure et Civray-sur-Esves (Indre-et-Loire), Azay le Ferron, Coings et Orsennes

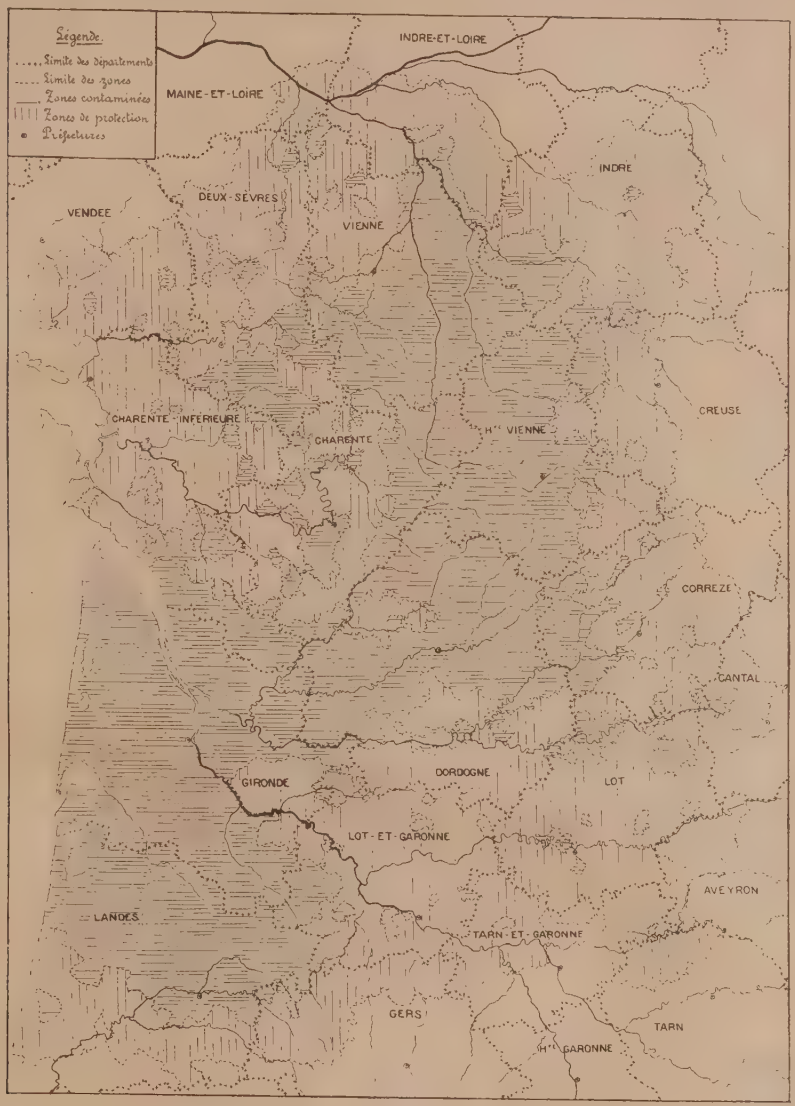


Fig. 20. — Etat des zones à la fin de 1930.

(Indre), Bourganeuf (Creuse), Saint-Hilaire-les-Courbes et Marcillac-la-Croisille (Corrèze), Laroquebrou (Cantal), Figeac (Lot), Feneyrols et Dunes (Tarn et-Garonne), Bourrouillan (Gers), Aurice et Léon (Landes).

Considérations générales. — En résumé, si nous suivons les progrès de l'invasion doryphorique d'après les foyers successivement reconnus, nous voyons que les années de grande augmentation furent, d'une part 1922 et 1925, correspondant à la découverte des deux taches d'origine bordelaise et limousine, d'autre part 1929 et 1930, qui ont suivi des étés particulièrement chauds (1).

La dispersion semble s'être faite essentiellement par le vol et à partir de deux centres primitifs : Sénéjac (Gironde) et Dournazac (Haute-Vienne), sans qu'on puise dire si ce dernier dérive de l'autre ou s'il provient d'un apport distinct d'outre-mer. Certaines négligences locales ont favorisé la formation de centres secondaires (Bordeaux, île Cazeaux, Saint-Yrieix, Augignac, Escalans et autres) qui ont fourni à leur tour des quantités énormes de doryphores ailés.

La partie de notre territoire sur laquelle se sont formés jusqu'à présent les divers foyers, représente un hexagone dont les angles seraient : Les Sables d'Olonne, Saumur, Issoudun, Mauriac, Gaillac, Capbreton. Si nous prenons comme point de départ le centre girondin, nous voyons que la diffusion a été grande surtout dans la direction des vents dominants, c'est-à-dire vers le Nord-Est. La distance de Sénéjac au point le plus éloigné atteint environ 133 km. en 1923 (Cellefrouin), 145 km. en 1925 (Loubillé, Saint-Bazile), 178 km. en 1926 (Chantecorps, Saint-Gence), 190 km. en 1928 (Saint-Ouen-sur-Gartempe), 225 km. en 1929 (Lignac, Saint-Martin-de-Mâcon), 280 km. en 1930 (Coings), ce qui, en prenant 1920 comme début, ferait une progression moyenne de 280 : 10 = 28 km. par an. La moyenne effective est certainement plus faible, puisqu'il existait déjà en 1923 un important foyer de multiplication dans la Haute-Vienne, à 140 kilomètres en avant de Sénéjac et 150 km. seulement du point actuel le plus avancé.

Le nombre des départements atteints qui était de 5 en 1923 et 1924, 7 en 1925, 8 en 1926, 9 en 1927 et 1928, passait à 14 en 1929, à 18 en 1930. Les communes touchées peu ou prou s'y répartissent comme suit, année par année :

(1) Pour les détails, voir : Dr J. Feytaud. — La question doryphorique au début de la campagne 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930. (*Revue de Zoologie agricole.*)

NOM DES DÉPARTEMENTS	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	Ensemble des 9 années
Gironde	55	55	46	59	46	62	58	105	215	239
Dordogne	1	5	5	8	15	17	20	57	198	210
Charente-Infre..		4	5	7	6	8	9	16	54	60
Charente		2	1	0	2	2	7	22	100	106
Landes		2	5	10	6	7	12	23	71	74
Haute-Vienne..				7	16	16	26	37	139	141
Deux-Sèvres ..				2	2	1	1	3	45	49
Corrèze					1	1	2	14	45	45
Lot-et-Garonne.						1	2	3	23	24
Indre								2	21	22
Lot								2	27	27
Tarn-et-Garon.								1	3	4
Vendée								1	5	5
Vienne								31	105	112
Indre-et-Loire .									8	8
Creuse									11	11
Cantal									1	1
Gers									4	4
TOTAUX.....	56	68	62	93	94	115	137	317	1.075	1.142

Au point de vue administratif, les champs doryphorés sont inclus dans les zones dites contaminées, comprenant au moins le territoire des communes qui les renferment et parfois celui de plusieurs autres à l'entour. Les zones dites de protection assurent une marge supplémentaire qui porte à 20 kilomètres au moins le rayon de garantie. L'aire des zones contaminées et de protection peut être évaluée approximativement comme suit, année par année (en kilomètres carrés) :

ANNÉES	ZONES CONTAMINÉES	ZONES DE PROTECTION
1922	6.356	5.932
1923	9.322	9.435
1924	10.763	10.734
1925	12.203	15.989
1926	14.407	21.356
1927	15.395	23.192
1928	15.338	24.332
1929	19.011	37.345
1930	43.687	52.219

Si nous comparons les chiffres à partir du moment où fut reconnue l'invasion du Limousin (1925-1926), nous pouvons estimer que la superficie déclarée contaminée en 1930 est triplée par rapport à 1926 et plus que dou-

blée par rapport à 1929. En même temps, la zone de protection est devenue 2,4 fois plus forte qu'en 1926 et 1,4 plus qu'en 1929. Quant à l'aire même des cultures atteintes, il est impossible de la donner de façon précise, parce que les notes des contrôleurs sont incomplètes ou basées sur des appréciations personnelles assez divergentes ; on peut toutefois estimer qu'elle est très faible relativement à la superficie des zones contaminées et qu'elle ne dépasse pas encore quelques centaines d'hectares (approximativement 200 en 1929, et 600 en 1930).

Les facteurs de la répartition. — Je me propose de revenir, dans un autre travail, sur les caractères de l'invasion doryphorique suivant les régions considérées : tache primitive girondine, Médoc viticole, Bordeaux ville et banlieue, Bazadais, Landes, Entre-deux-Mers, Blayais, Basse vallée de la Dordogne et de ses affluents, Périgord, Limousin, Angoûmois, Poitou, etc., autant de terroirs qui ont imposé à l'invasion des modalités particulières. Pour le moment, je me contente de noter ici que, dans la répartition des foyers, dans leur progression et leur activité, interviennent toujours des conditions de milieu dont il serait impossible de ne pas tenir compte : en premier lieu figurent le climat propice et la plante favorite ; puis la nature du sol, le relief, les grandes voies de communication.

Le climat. — Par comparaison avec le continent américain, on peut dire que la France, ainsi que les pays qui l'avoisinent, notamment vers le Nord et l'Est, offre un climat favorable à la multiplication du redoutable ravageur. Aussi le Doryphore est-il susceptible de s'installer tôt ou tard sur tous les points de notre territoire où la Pomme de terre est cultivée. Mais, pendant les premières années de l'invasion dont nous sommes les témoins attristés, les circonstances locales le répartissent inégalement et le font apparaître plus vite ici que là.

Pour un lieu donné, les conditions atmosphériques jouent bien entendu un rôle. Ce que nous avons déjà dit à propos du vol montre que les journées chaudes du printemps et de l'automne (mai 1923, septembre 1926), et, d'une façon plus générale, les années chaudes et sèches (1921, 1928, 1929) favorisent la dispersion à grande distance. Or, nous avons nettement l'impression que les progrès essentiels ont eu lieu au cours de ces années-là, de 1929 surtout, tandis que la propagation naturelle fut relativement moindre en 1923, 1925 (1), 1927 et 1930, années fraîches et humides.

Au reste, les années très humides (1927, 1930), de même que les années extrêmement sèches, peuvent aussi avoir une influence, indirecte, sur l'époque et le lieu de l'hibernation, parce qu'elles provoquent, soit par invasion

(1) Abstraction faite de la découverte des foyers limousins, qui existaient auparavant.

de mildiou, soit par manque d'eau, une dessiccation précoce du feuillage aliment.

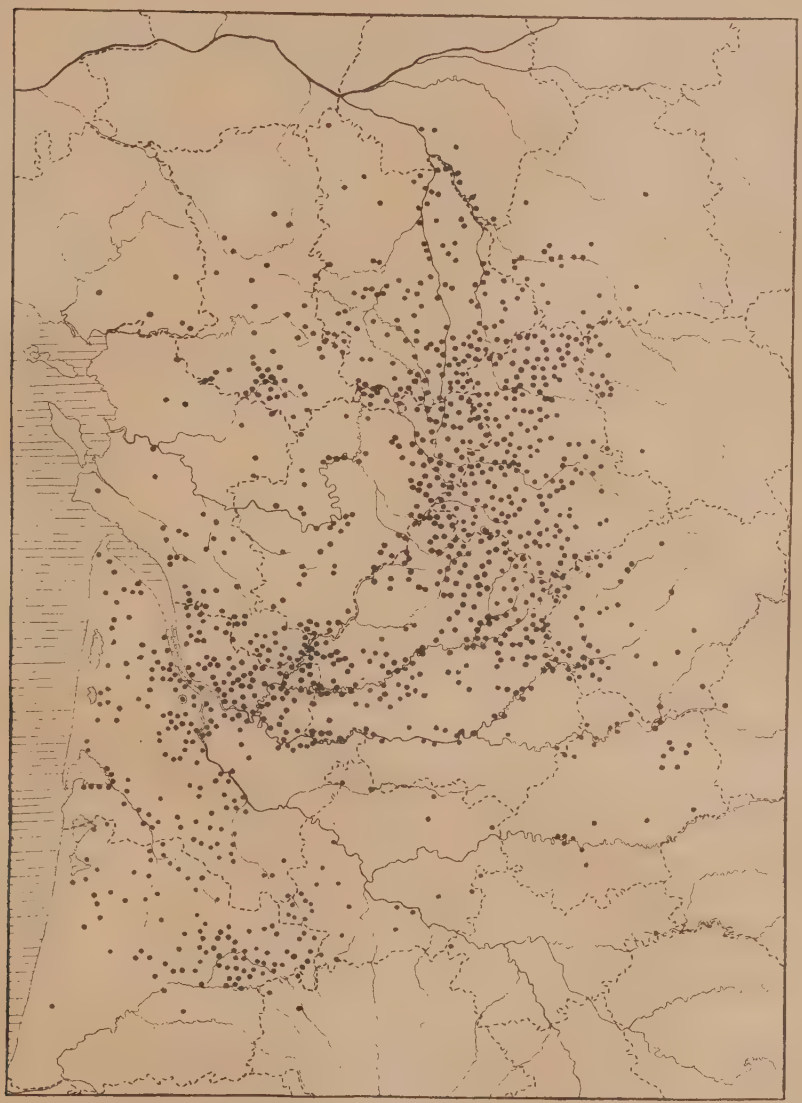


Fig. 21. — Situation des foyers doryphoriques de l'année 1930.

Quant aux vents dominants et aux grands vents d'orage, ils exercent à coup sûr une action sur la direction et la portée des vols, et, par suite, sur la répartition territoriale des foyers.

La plante. — Le Doryphore, dont la propagation d'un point à un autre se fait essentiellement par la voie des airs, tombe n'importe où. Je ne pense pas que les insectes soient attirés de bien loin par les champs de pommes de terre ; je crois que, tombés du ciel au gré du hasard, ils se mettent en quête de nourriture, en marchant, parfois volant à nouveau sur de courtes distances, ce qui les conduit plus ou moins vite auprès du feuillage approprié.

Si le moment est prématuré, les pommes de terre n'ayant pas encore poussé hors du sol, les divagations, entrecoupées de repos plus nombreux et plus longs si le temps est froid, se poursuivent durant des jours. S'il est tardif, la récolte étant déjà arrachée ou le feuillage vert supprimé par le mildiou, les insectes, que la fraîcheur d'automne invite au sommeil, hivernent avant d'avoir atteint le but.

Les choses se passent d'ailleurs à peu près de même, qu'il s'agisse d'individus venus par les airs, apportés par des véhicules, ou remontant du sol après la métamorphose ou l'hibernation. Il serait certes imprudent d'observer les faits et gestes d'insectes arrivant sur un point tout à fait nouveau ; mais il est facile de voir comment se comportent ceux qui viennent d'hiverner : on trouve fréquemment, en mai-juin, auprès d'un foyer naissant, ou entre plusieurs, l'emplacement d'une culture précédente, marqué par quelques repousses qui servent de témoin ; la plupart des insectes sortis de terre à cet endroit se sont déplacés aussitôt pour trouver le feuillage nourricier et les autres font de même après avoir épuisé les maigres ressources alimentaires du lieu.

Un exemple typique nous est donné par le foyer de Chantecorps (Deux-Sèvres), découvert en 1926 : Là, M. Lefort, Directeur des Services agricoles, se trouvait tout de suite en présence d'un groupe de points d'attaque dont la dissémination, assez déconcertante au premier abord, fut très bien expliquée lorsque nous eûmes repéré un champ de 1925 sur l'emplacement duquel se trouvaient des trous de sortie caractéristiques et des repousses dévorées. Il n'est pas douteux que les Doryphores, groupés pour hiverner à cet endroit, se soient, au réveil, dirigé en tous sens et qu'ils aient marché à l'aventure. D'aucuns, les favorisés, sont venus buter par bout ou par côté sur des rangs de pommes de terre en train de pousser, tandis que d'autres, croisant en deçà ou au delà, ou passant entre les pieds, n'ont pas atteint le but.

En somme, après le vol, la destinée des Doryphores tient au hasard : Dans une région où les champs de pommes de terre sont éloignés les uns des autres, séparés par de grandes parties incultes ou portant des végétaux impropres à l'alimentation de l'espèce, les chances de survie sont diminuées, il y a sans doute peu d'élus et beaucoup d'égarés voués à mourir sans descendance ; c'est par exemple le cas des régions bordelaise et lan-

daise. Ailleurs au contraire, par exemple en Limousin, où les champs sont très rapprochés les uns des autres, les probabilités de réussite sont énormes et le risque de propagation rapide est beaucoup plus grand. D'après nos observations, je crois que les autres Solanées cultivées ou sauvages jouent un rôle tout à fait secondaire et qu'elles n'ont pour ainsi dire pas compté jusqu'ici dans la progression du Doryphore en France.

Un cas assez spécial est celui de la commune d'Eysines (Gironde), qui a longtemps paru indemne, malgré le grand nombre de ses champs de pommes de terre et le voisinage immédiat d'autres communes très envahies (Le Taillan, Blanquefort). Sans doute ses bonnes terres, situées dans la vallée de la Jalle et périodiquement submergées, sont-elles débarrassées automatiquement des doryphores hibernants, en même temps que des Courtilières et autres ravageurs cachés dans le sol. Mais il intervient une autre raison : c'est que les champs d'Eysines, établis uniquement pour la culture de primeurs, n'offrent plus d'aliment aux insectes dès le plein été. Si des attaques bien caractérisées ont pu s'y produire en 1929 et 1930, elles n'ont pas revêtu le même caractère de gravité qu'ailleurs.

Le terrain. — Sous un climat propice et en présence de la plante favorite, les chances de multiplication, pour un ou plusieurs insectes arrivés sur un champ, sont conditionnées par la nature du sol. Si en effet le Doryphore peut s'alimenter partout où il y a de la Pomme de terre, pondre et donner une suite immédiate de quelques centaines de larves qui broutent le feuillage, la descente, la nymphose et la remontée sont très aléatoires dans les terres fortes, compactes ; il en est de même pour l'hibernation qui, d'autre part, est contrariée par le défaut de profondeur de quelques terrains légers. Des foyers peuvent s'ébaucher là tout comme ailleurs, mais ils ne peuvent « s'accrocher » et se maintenir, ils restent relativement faibles et ne durent pas ; il est probable que nombre de foyers naissants se sont ainsi éteints d'eux-mêmes parce que les abords n'offraient pas un sol suffisamment meuble où les larves puissent s'enfouir et les adultes passer à l'aise les longs mois d'hiver.

Il est vrai qu'en général les terrains qui conviennent le mieux à la Solanée sont ceux où le cycle de la Chrysomèle peut se développer à l'aise. D'admirables terres à Doryphores sont les sables granitiques du Limousin où les foyers se sont très vite multipliés et si bien disséminés que le problème de l'extermination complète est devenu insoluble. Les sables tertiaires du Bordelais, les sables des Landes, où les champs de pommes de terre sont beaucoup plus dispersés, conviennent aussi parfaitement au *Leptinotarsa*.

Or, si l'on compare la carte de répartition des foyers doryphoriques avec la carte géologique de France, on constate précisément que les deux grandes taches d'invasion sur lesquelles les foyers sont très rapprochés les uns des

autres, correspondent aux régions de l'Aquitaine et du Limousin, tandis que la zone intermédiaire, sur laquelle ils sont relativement clairsemés, correspond à la bande des terrains secondaires. Cette zone contient des terres très diverses, notamment des sols maigres, superficiels, où la Pomme de terre ni l'Insecte ne sauraient tenir, et des sols argileux, impropres au maintien du ravageur. Aussi, la plupart des foyers y sont-ils alignés le long des rivières, dans les terres d'alluvions, profondes et meubles, et l'on peut prévoir qu'il s'en établira d'autres dans les gâteaux de sables tertiaires qui couronnent les sommets du Périgord.

Il conviendra d'étudier aussi la question terrain au point de vue chimique, en examinant l'influence éventuelle de certains éléments : chaux, fer, etc. ; mais il semble dès à présent que l'importance primordiale revient à la constitution physique.

Le relief. — Le centre d'origine du Doryphore en France est situé au village de Sénéjac, dans la partie Sud du Médoc, aux confins de la région viticole et de la forêt de pins qu'entrecoupent des landes et de rares massifs de cultures diverses. Dans la partie pinicole du département de la Gironde, comme dans le Nord de celui des Landes, la propagation par le vol s'est produite à travers les massifs de pins maritimes dans le réseau desquels beaucoup d'insectes se sont certainement perdus (1). Elle s'est faite beaucoup plus commodément dans la partie viticole, par-dessus les vignobles de Ludon, Macau, Margaux, jusqu'à la Garonne et à l'estuaire ; puis, soit directement, soit grâce à de sérieux relais, tels que l'île Cazeaux et le quartier des Docks, elle gagnait la pointe basse de l'Entre-deux-Mers, le Libournais et le Blayais à travers lesquels elle se diffusait jusqu'en Dordogne et en Charente-Inférieure.

L'histoire de cette invasion révèle le rôle de barrage joué par les escarpements ; elle se produisit en effet par le Nord et le Sud du Blayais, c'est-à-dire par la région plate et marécageuse (Saint-Ciers, Braud, Anglade) et par le seuil de Saint-André-de-Cubzac, en face duquel existait dès 1922 le foyer relais de Saint-Vincent-de-Paul. Par contre, le massif surélevé compris entre Blaye et Bourg, dressé sur l'estuaire en escarpements et même en falaises, est resté indemne jusqu'aux toutes dernières années. Le fait est d'autant plus curieux que la partie de rive attenante était dès le début la plus menacée par le bombardement d'insectes envolés du Pian, de Margaux, de l'île Cazeaux et poussés par le vent dominant du Sud-Ouest. Volant à une hauteur trop faible pour atteindre le faîte, sans doute sont-ils venus buter

(1) Le rôle d'écrans joué par les arbres a aussi pour conséquence que les champs de la lande sont souvent attaqués tout d'abord dans leur partie la plus proche de la forêt.

contre les abrupts pour être rejetés sur le fleuve ou pour mourir sur les pentes faute d'avoir atteint la plante nourricière.

Pour passer au delà, l'invasion a contourné le massif et s'est faite en double éventail, depuis les parties basses, de telle sorte que l'arrière-pays fut vite attaqué d'un bout à l'autre sur les confins de la Charente-Inférieure où le mal a, dès le début, touché à la fois les quatre cantons limitrophes. Le front s'est d'ailleurs fixé longtemps entre Montlieu et Saint-Aigulin, c'est-à-dire à peu près sur la ligne de partage des eaux entre les petits affluents de l'estuaire d'une part, ceux de l'Isle et de la Charente de l'autre. Les hauteurs boisées de cette ligne semblent avoir joué un rôle de retardement analogue à celui des escarpements du Blayais.

Si, toujours à partir des foyers primitifs de la région bordelaise et des principaux relais formés en avant d'eux, nous envisageons le cas du territoire compris entre Garonne et Dordogne, de ce qu'on appelle l'Entre-deux-Mers, nous voyons que seule la pointe basse, confinant au bec d'Ambès, a été touchée peu ou prou jusqu'en 1929, avec les foyers de Saint-Vincent-de-Paul, Ambarès, Ambès, Saint-Loubès, tandis que toute la partie surélevée demeurait indemne jusqu'à cette année.

Ces exemples sont assez caractéristiques pour qu'il ne soit pas besoin d'en chercher de nouveaux. Aussi bien avons-nous déjà ceux des Etats-Unis. De hautes chaînes telles que les Alpes, les Pyrénées et le cœur du Massif Central représentent en Europe, comme les Montagnes-Rocheuses dans le Nouveau Monde, des barrières que l'insecte ne peut franchir par ses moyens propres, tandis que les monts et les plateaux de notre Ouest ne sont que des digues temporaires qui ralentissent le mouvement de progression, mais qui ne l'arrêtent pas. Les légions d'insectes qui ont déjà dépassé les monts du Limousin et les collines du Poitou ne trouveront donc plus de grands obstacles naturels pour gagner la Bretagne et pour atteindre le Nord de la France et les pays avoisinants.

Les vallées et les grandes voies. — Falaises, collines, rideaux d'arbres, ont donc un rôle de barrage à des degrés divers. Par contre, les trouées jouent un rôle d'appel ; les grandes vallées drainent les insectes non seulement parce que le vol à hauteur normale peut s'y poursuivre longtemps sans obstacles, mais aussi parce que les courants aériens s'orientent fréquemment suivant leur trajet. Si nous ajoutons l'existence de terrains propices à l'installation des foyers et le jeu des cours d'eau qui ramènent à la rive la plupart des individus tombés sur la nappe liquide, nous comprenons mieux encore ce rôle des vallées ; il est surtout manifeste pour celles qui traversent la bande des terrains secondaires dans la direction de l'Est ou du Nord-Est, celles de la Dordogne, de l'Isle, de la Dronne, en particulier.

J'ai montré les étapes de la poussée qui s'exerce depuis le début le long

des basses vallées de ces trois rivières et signalé des faits analogues en Limousin, entre autres pour la Tardoire, puis pour la Vienne. Il est facile, par exemple, de citer une longue série de foyers plus ou moins récents échelonnés le long de l'Isle, presque sans interruption : Libourne, les Billaux, Saint-Denis-de-Piles, Sablons, Abzac, Saint-Médard-de-Guizières, Camps, Le Fieu, Saint-Seurin, Porchères, Saint-Antoine, Le Pizou, Moulin-Neuf, Ménesplet, Ménestérol, Montpont, Saint-Martial, Saint-Laurent, Sourzac, Douzillac, Neuvic, Saint-Léon, Saint-Astier, Annesse-et-Beaulieu, Razac, Périgueux, Boulazac, Bassillac, Antonne, Escoire, Sarliac, Saint-Vincent, Savignac-les-Églises, Mayac, Corgnac, Nanteuil, Saint-Paul-la-Roche, Jumilac-le-Grand.

Nous voyons de même s'aligner le long de la vallée de la Dordogne les foyers de : Ambès, Ambarès, Saint-Vincent-de-Paul, Cubzac, Saint-Loubès, Izon, Saint-Germain, Vayres, Fronsac, Libourne, Saint-Sulpice-de-Faleyrens, Saint-Jean-de-Blaignac, Sainte-Terre, Sainte-Florence, Saint-Magne-de-Castillon, Flaujagues, La Mothe-Montravel, Port-Sainte-Foy, Saint-Pierre-d'Eyraud, Lamonzie Saint-Martin, Saint-Aigne, Varennes, Badefols-de-Cadouin, Manzac, Calès, Alès, Saint-Cyprien, Veyrignac, Le Roc, Pinsac, Creysse, Montvalent, Martel, Girac, Altillac.

C'est uniquement le long des vallées que nous voyons se former de pareils alignements qui semblent dus à la dissémination par le vol à distance ou de proche en proche. Certes les voies de communication, chemins de fer et routes qui suivent les vallées, peuvent y contribuer dans quelque mesure, par les transports artificiels dont j'ai déjà parlé dans un autre chapitre. Mais la création accidentelle de foyers par le fait de l'homme ne semble avoir eu jusqu'à présent qu'une importance secondaire et ne ressort assez nettement que d'un petit nombre d'exemples. Elle devient toutefois plus menaçante à mesure que les champs doryphorés se multiplient et les surprises qu'elle réserve sont à coup sûr redoutables, puisqu'elles peuvent se produire à des distances quelconques, hors des limites dans lesquelles se tiennent encore tous les foyers connus.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

Ablattaria laevigata, 216.
Acacia cyanophylla, 14.
A. dealbata, 13, 14.
A. floribunda, 13, 14.
A. melanoxylon, 13.
A. retinoïdes, 13.
Acalypha sp., 13.
Acer, 248.
Acide cyanhydrique, 179.
Acolium, 240.
Acrospermacées, 249.
Acrospermum, 240, 253 à 257.
A. compressum, 255, 300.
A. bignoniicolum, 254, 256.
A. gramineum, 255.
A. foliicolum, 256.
A. viticolum, 254.
Agrotis exclamationis, 214.
A. pronuba, 214.
A. segetum, 214.
A. tritici, 214.
A. ypsilon, 214.
Alboffia, 271.
Alios, 248.
Allobophora, 169.
Alnus, 248, 252.
Alopecurus pratensis, 115.
Alternaria, 52, 180.
Alternariose, 180.
Alytes obstetricans, 127.
Amarante, 338.
Amarantus retroflexus, 338.
Ampelocystus sp., 13.
Amphimallus majalis, 215.
Amygdalus, 248.
Amyot, 177.
Anax junius, 127.
Ansérine, 338.
Aphodius fimetarius, 214, 218.
A. granarius, 215.
A. subterraneus, 216.
Aphosphaeria clavatum, 267.
Aptinothrips rufa var. *connaticornis* Uzel., 104.
A. rufus Gmel., 103 à 190.
Arachnides, 214, 216.
Armiblariella mella, 247.
Arnaud (G.), 178, 235, 237, 258.
Arséniate de chaux, 203.
Arséniate de cuivre.
Arvicola arvalis, 219.
Ascaris megalocephala bivalens, 127
Ashby, 30.
Agida sabulosa, 214.
Astérinées, 235 à 302.
Asterinella Puiggarii, 288.
Asterocystis radicis, 174.
Aubel, 95.
Aubergine, 338.
Aubertin, 95.
Audouin, 306.
Aujol, 35.
Aulne, 248, 252.
Aulographées, 282, 285.
Aulographum Hederae, 287.
Aulographum, 286.
Averin, 199.
Avoine, 190 à 209.
Azalées, 178.

B

Baccarini, 269.
Bacillus Dianthi Arch., 180.
Bacon, 377.
Bactéries, 90.
Baehr (Van B. de), 128.
Bagnall, 114.
Baird, 199.
Balachowsky, 1 à 24.
Balbiani, 232.
Balfour, 122.

B

Baranov, 128.
Bayliss-Elliot, 244.
Beattie P., 49.
Beauveria effusa, 353.
Bedel, 196.
Beekwith, 243, 247.
Behrens, 180.
Beling, 114, 174.
Belladone, 338 .
Bergmann, 125.
Bergs, 127.
Berlese, 15, 17.
Berlioz, 214.
Bertrand, 326.
Beylot, 377.
Bichlorure de mercure, 97.
Black-rot, 239.
Blé, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 63, 65, 66, 67, 71, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 82, 112, 190, 209.
Blepharospora, 34, 38, 39, 40.
Blepharospora cambivora, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 41, 42, pl. II.
Bodenheimer, 10, 11.
Bohle, 175.
Bohning, 124.
Bombus, 214.
Bonnevie, 169.
Born, 123.
Börner, 232.
Bouché, 111.
Boudier, 242.
Bouin, 125.
Bounhiol, 306.
Bournet (de), 48.
Brandt, 122.
Brichet, 20.
Briosi, 26.
de Brondeau, 252.
Broowalie, 346.
Brunaud, 70.
Bruneteau, 304.
Buffa, 107.

C

Cadenat, 340.
Caillol, 197.
Calcium, 98.
Caliciacées, 237 à 277.
Caliciées, 240, 249 à 257.
Caliciopsis, 241.
Caliciopsis calicioides, 263, 300.
C. Elisii, 263.
C. Elisii var. *Tiliae*, 262.
C. pinea, 261.
C. stenocyboïdes, 261.
C. Tiliae, 262, 300.
Calicium, 238, 240, 250 à 253.
C. populneum, 251, 258, 300.
C. salicinum, 250, 300.
Callander, 96, 102.
Calycotome spinosa, 13, 14.
Cambray (de), 209.
Cameron, 114.
Camp (Van), 128.
Campagnol des champs, 219.
Camus (Mlle), 36, 37.
Capnodiacées, 258.
Capnodium, 237, 258.
Capnodium arrhizum, 269.
C. fructicolum, 269.
C. maximum, 264.
C. meridionale, 240, 241, 258.
C. Oleae, 241.
Capsicum annuum, 13, 344.
Carabus auratus L., 213, 218.
C. monilis, 214, 218.
Carnoy, 123.
Carnoy, 124.
Carpinus, 248.
Cassida nebulosa, 216.
Castanea, 34.
Castanea coreiensis, 45, 46, 47.
C. crenata, 25, 28, 36, 37, 45.
C. Davidii Dode, 38.
C. Duclouxii Dode, 36.
C. exotique, 36.
C. Henryi, 25, 38, 45, pl. V.
C. Japonica Blume, 36.
C. mollissima, 25, 37, 45, pl. IV.
C. saliva, 36.
C. Seguini, 25, 37.
C. vesca, 34, 36.
C. vesca × *Castanea crenata*, 47.
Cavara, 268.
Cénangiées, 278.
Cerasus Laurocerasus, 287.
Ceratostoma juniperinum, 267.
C. stromaticum, 267.

C

Cercosporella herpotrichoides, 57, 58, 59, 60, 67, 78.
Céréales, 190 à 209.
Cerisier, 114.
Ceroplastes rusci L., 22.
Cerruti, 126.
Chabot, 247.
Chaetocnema aridella Payk, 204.
C. aridula Gyll., 196 et 204.
C. concinna Marsh., 204.
C. hortensis Geffr., 196 et 204.
Chaetothyriées, 296.
Chaetothyrium, 296.
Champignon des taches ocellées, 52, 80, pl. II, III.
Champignon *x*, 57, 58, 59, 60, 62, 78, 79, 80.
Champy, 165.
Chancre, 83, 84, 86, 87, 91, 93.
Chappellier, 209 à 231
Charliers, 92.
Charme, 248.
Châtaignier, 25, 31, 33.
Châtaigniers de Chine, 25, 37.
Châtaigniers exotiques, 34.
Châtaigniers d'Extrême-Orient, 34, 42, 45, pl. V.
Châtaigniers français, 39.
Châtaigniers indigènes, 34, 35, 47, 49. pl. I, II.
Châtaigniers japonais, 25, 35, 36, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, pl. II, III, V.
Chêne, 248.
Chenilles, 86.
Chenopodium album, 338.
C. hybridum, 338.
Chilocorus bipustulatus L., 22.
Chilopodes, 128.
Chlaenius, 216.
Chlorure de Baryum, 203.
Chobaut, 200.
Choisya sp., 13.
Choux, 338.
Chrysanthème des moissons, 315.
Chrysanthemum sp., 13.
C. segetum, 13, 315.
Cistus Monspeliensis, 13.
C. salviaefolius, 13.
Citrus, 11, 14.
Citrus aurantium, 13.
C. bigaradia, 13.
C. decumana, 13.
C. japonica, 13.
C. limonum, 13.
C. nobilis, 13.
Cistus heterophyllus, 13.
C. albidus, 13.
Cistes, 14, 20.
Ciapaiame, 176.
Cirse, 338.
Cirsium lanceolatum, 338.
C. arvense L., 197.
Cicadelles, 86.
Citrus nobilis, 277.
Cladosporium, 52.
Cleigastra flavipes Meig., 196.
Cleonus, 214.
Cleonus piger, 214, 216.
Clivia minuta, 128.
Cloportes, 84.
Coccidiphaga scitula Rbr., 22.
Coccophagus californicus How., 22.
Cochenille australienne, 1 à 24.
Cognassier, 248.
Collin, 88.
Collinge, 114.
Compsidia populnea, FG.
Coniocybe, 242, 249.
Coniocybe nivea, 243, 246, 276.
Coniocybées, 240, 242, 249.
Cooke, 243.
Corham, 333.
Corneille mantelée, 210.
Cornu (Maxime), 232.
Coronilla, 14.
Coronilla pentaphylla, 13.
Corvus cornix, 210.
C. frugilegus, 209 à 218.
Corylus, 252.
Corynelia, 241, 270.
Corynelia carpophila, 269.
C. clavata, 271.
C. fructicola, 269.
C. juniperina, 267.
C. oreophila, 272, 301.
C. pteridicola, 264.
C. tripos, 270.
C. tropica, 267.
C. uberata, 271, 301.
Corynélacées, 257.
Corynéliées, 240, 257.
Coryneliella, 239, 241, 293.
Coryneliella consimilis, 273, 301.
Coryneum, 26, 30, pl. I.
Corynocarpus laevigata, 13.

C

Cotoneaster sp., 13.
Cotte, 177.
Coudere, 28, 35, 43, 47.
Cowes, 180.
Crioceris lilii Scop., 198.
Croton, 112.
Cruger O., 71.
Cryptopes hortensis, 214.
Cryptorrhynchus, 91.
Cugini G., 70.
Cunningham, 123.
Cuny, 106.
Cupressus horizontalis, 268.
C. sempervirens, 13.
Cylindrina, 253.
Cyphelium, 240.
Cyprès, 268.
Cytisus sp., 13, 14.
Cytospora, 30.

D

Dactylis glomerata, 198.
Datura, 315.
Datura stramonium, 338.
Davis R.-F., 63, 65, 66.
Dehorne, 130.
Delacour, 214.
Delacroix, 26, 63, 65, 66, 83, 85, 86.
Delassus, 2, 9, 14, 16, 20.
Della Valle (P.), 105.
Dermatea, 278.
Dermatea Prunastri, 276.
Des Cars, 89.
Desmazières, 286, 287.
Diabrotica, 200.
Dictyopeltinées, 282.
Diedickea, 293.
Diedickea singularis, 293, 302.
Diehl, 86.
Dieuzeide, 304.
Discomycètes, 237, 258.
Dobrovolski, 202.
Dode, 36.
Doryphore, 303 à 390.
Doryphorophaga aberrans, 361.
Dothichiza populnea, 91.
Douce-amère, 338.
Douence, 341.
Drymis chilensis, 266.
Dublin, 169.
Dubois, 17.
Dubosq-Brasil, 117, 131.
Duclos, 90.
Ducomet, 26, 63.
Dufour, 90.
Dufrénoy, 25, 86, 89, 95, 102.
Dupré, 3

E

Earle, 179.
Eimer, 122.
Eledone moschata, 125.
Elodea, 96.
Embalus, 240.
Endothia, 37.
Epis blancs, 69, 81
Erable, 248.
Eriobothrya japonica, 13.
Eu-corynelia, 271.
Eupatorium perfoliatum, 338.
Euphorbiacées, 178.
Eurygaster maurus L., 213, 218.
Euthrips pyri, 176.
Evonymus japonica, 13.

F

Faba sativa, 13.
Farmer, 169.
Farneti, 26.
Fauré-Frémiet, 106.
Ferraris F., 70, 263.
Feytaud, 3, 303 à 309.
Fick, 123.
Ficus, 107, 110.
Ficus carica, 13.
F. nitida, 13.
F. repens, 13.
Fidia viticida, 247.

F

Filicinées, 178.
Fitzpatrick, 237, 258, 265.
Fleckinger, 35.
Flemming, 122.
Flock, 333.
Foerster, 114.
Foex, 26, 28, 51, 55, 58, 66, 73, 82, 89.
Foot et Strobel, 169.
Fougères, 264.
François, 209.
Frank, 26, 71, 114.
Frankliniella robusta Uzel, 171.
Fraser, 127.
Fraxinus ornus, 252.
French, 172.
Frêne, 252.
Freux, 209 à 218.
Froment, 70.
Fron G., 58-73.
Fryer, 202.
Fulmek, 197.
Fulton, 125.
Fumagines, 277.
Fusarium, 53.
Fusarium lycopersici, 96.
Fusarium rubiginosum, 70.

G

Gaillard, 264.
Gallinacées, 214.
Gallonia candicens, 128.
Gane, 36, 47.
Gastéropodes, 214.
Gaumont, 171.
Genevois, 95.
Génévriers, 268.
Genista sp.? 13, 14.
G. pilosa, 13.
Geophilus carpophagus, 214.
Geotrupes sylvaticus, 214.
Gibbelli, 26.
Gibson, 310.
Giesenhagen, 265.
Gill (Caroline Mc.), 127.
Gillette, 173.
Gilman, 338.
Gilson-Petrunkewitch, 117, 131.
Glazounov (voir Uvarov et Glazounov).
Glischrochilus quadriguttatus, 214.
Golgi, 101.
Goltz (von der), 114.
Gomez-Clementi, 16.
Gondé, 175.
Gonnard (J.), 106.
Gossard, 22.
Gracy, 35, 48.
Graminées, 315.
Granthomme, 88, 94.
Grape rootworm, 247.
Grassi, 232.
Grassi et Foa, 234.
Grassi et Topi, 233.
Green (E.-E.), 15.
Grégarines, 130.
Grégoire, 169.
Grenouille, 96.
Gribouri, 248.
Gribouri américain, 247.
Grisard, 87.
Groseillier, 338.
Gross, 169.
Grossen, 171.
Grove, 244.
Gryllus campestris, 214.
Guenther, 130.
Gueriniella serratulæ F., 11.
Guieux, 35.
Guignard, 165.
Guignardia Bidwellii, 289.
Guilliermond, 95, 102.
Guri okute, 36.
Guyot A.-L., 76.
Gypsonoma, 86.

H

Hadden, 199.
Haecker, 123.
Hall (W.-J.), 11, 13.
Hannetons, 211 à 218.
Hansel, 197.
Haplothrips aculeatus, 174.
H. kourdjumovi, 175.
H. Reuteri, 174.

H

Harpalus rubripes, 214, 218.
Harper, 126.
Hartig, 91.
Harvey, 96, 102.
Havet, 127.
Haynes, 102.
Hedera helix, 13, 287, 299.
Heeger, 10, 111.
Heliothrips haemorrhoïdalis Bouché, 103 à 190.
Helix, 215.
Hémisphériacées, 278, à 294.
Henneguy, 124.
Hepialus lupulinus, 214.
H. sylvinus, 214.
Herbe aux chantres, 338.
Hermann, 130.
Hertmann, 131.
Hertwig (O.), 122.
Hertwig (R.), 122.
Hibiscus rosa-sinensis, 13.
Hinds, 107, 111, 173.
Hirschler, 130.
Hodson, 202.
Hoffman, 243.
Hoffmeister, 338.
Höhnel (Von), 257, 278, 290.
Hoof (Van), 169.
Hordeum murinum, 115.
Hosselet, 130.
Hovasse, 167.
Hudson, 333.
Hue, 252.
Hyalopus populi, 91.
Hylemyia antiqua Meig., 13.
Hylobius abietis, 216.
Hyphomycète, 91.
Hypocastanon, 38.

I

Icerya aegyptica Douglas, 19.
I. purchasi Mask., 1 à 24.
Idiocerus, 86.
Idiocerus populi, 86.
I. scurra, 86.
Ikeda (voir Murata et Ikeda).
Ilex aquifolium, 13, 287, 299.
Isodromus iceryæ How., 22.
Istillart, 35, 48, pl. III.

J

Julus terrestris, 211, 214, 218.
Jablonowsky, 199
Jacaranda mimosaefolia, 13.
Jaczewski, 266.
Jagerschmidt, 94.
Jahandiez (J.), 16.
Janssens, 127.
Jasminum officinale, 13.
John, 106.
Jolicœur, 243.
Jones, 114.
Jordan, 107, 111.
Joyet-Lavergne, 130.
Juniperus, 263.
Juniperus communis, 268.
J. macrocarpa, 268.
J. phœnicea, 268.
J. procera, 268.
J. virginiana, 268.
Jusquiame, 338.

K

Kaikenger, 35, 45, 46, 47.
Kakothrips robustus Uzel.
Karny, 175.
Karter (Mc. A.), 130.
Kassel, 70.
Kelley, 96.
Kennedya sp., 13.
Kentia, 107.
Kerleroux, 80.
Kirby R. G., 67.
Kirchner, 176.
Knechtel, 111, 180.
Koch, 128.
Kœbele (Voir Riley et Kœbele).

K

Kohlbrugge, 125.
Koning,
Kornu, 179.
Kopackewski, 102.
Kourdjumof, 174.
Kovalsky, 128.
Krafft, 175.
Krassiltchik. 202.
Kruger, 71.
Kurdjmor, 115.
Kuwayama, 199.
Kadocsa, 199.

L

Labrousse, 80, 95, 102.
Lacerta, 122.
Lacerta muralis, 129.
Ladureau, 173.
Lagenula, 238, 241, 267.
Lagenula arrhiza, 269, 301.
L. fructicola, 269, 301.
L. nigra, 266, 267, 276, 301.
Langeron, 106.
Larix, 252.
Lasiocampa trifolii, 214.
Laubert, 247.
Laurent, 243.
Laurus, 290.
Laurus nobilis, 13.
Lawsonia alba, 13.
Le Cerf, 209.
Lefort, 386.
Lema, 190 à 209.
Lema cyanella L., 190 à 209.
L. erichsoni Suffr., 191.
L. lichenis Vœt, 190 à 209.
L. melanopus L., 190 à 209.
L. puncticollis Curt., 197.
L. tristis Herbst, 199.
Lembasiées, 285.
Lenoir, 128.
Leonardi (G.), 13, 15.
Leptosphaeria herpotrichoides, 54, 57, 71 à 74, 78. 79.
Leptinotarsa decemlineata, 303 à 390.
Lesne, 206.
Lestant, 376.
Lestophonus (*Cryptochoetum*) *iceryae* Skuse, 21.
Leuzinger, 233.
Léveillé, 265.
Leyde, 37.
Leydig, 123.
Libert (Mlle), 286.
Lichtenstein, 3, 21.
Limace grise, 194,
Limothrips cerealium Hal., 171.
L. denticornis Hal., 103 à 190.
Limulus polyphemus, 129.
Lindeman, 114, 195, 206.
Lindinger (L.), 13.
Lissarague (R.-P.), 48.
Litardière (de), 128.
Loeb, 96.
Lœtilia coccidivora, 22.
Lolium, 200.
Lombrics, 84.
Lounsbury, 22.
Lubosch, 125.
Ludwig, 122.
Lyciet, 344.
Lycium barbarum, 344.
Lycosa, 169.

M

Mahonia fasciata, 125.
Maïs, 98.
Maladie de l'Encre, 25 à 33, 34, 35, 36, 47, 49, pl. I.
Maladie des Châtaigniers, 25 à 49.
Malattia del Inchiostro, 28.
Malory, 133.
Malus, 247.
Malva rotundifolia, 315.
Mandarinier, 277.
Mangin, 33, 36, 42, 48, 65, 66, 73, 79, 83.
Manginula Perseae, 281.
Marchal (P.), 2, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 92, 104, 105, 232 à 234.
Marchand, 70.
Maréchal et Tretpakoff, 169.
Margerie, 47.
Marie Loyez, 126.
Marié, 209.

M

Marsat, 26.
Martens, 165.
Maslowskii, 195.
Maublancia Myrtacearum, 288.
Maurodothella Psychotriae, 288.
Mauve, 315.
Max Braun, 122.
Mayne, 92.
Megalov, 202.
Meilhan, 304.
Mélèze, 252.
Melolontha vulgaris, 211, 218.
Mercuriale, 315.
Mercurialis annua, 315.
Mesembryanthemum, 15.
Mesnil, 190, 209.
Meves, 169.
Mevius, 98, 102.
Micrococcus populi, 83, 85
Micropeltidées, 282, 289.
Micropeltis, 290.
Micropeltis applanata, 290, 301.
M. Flageoletii, 298, 302.
Micropera, 278.
Micropera spurium, 276.
Microthyriacées, 278, 279.
Microthyriella, 283.
Microthyriella Rickii, 280, 283, 301.
Microthyriellées, 282, 283.
Microthyrium microscopicum, 288.
Milne Edwards, 306.
Mimosa, 14, 20, 23.
Miremont, 35.
Molge (*Trito*), 123.
Molinari (L.), 1 à 24.
Molle (Van), 169.
Mollusques, 194.
Moore, 169.
Moore et Embleton, 169.
Montagne, 266.
Montgomery, 124.
Morelle noire, 315.
Morita, 167.
Mosella, 129.
Mougeot, 70.
Multon, 114.
Murata et Ikeda, 199.
Mus norvegicus, 219, 231.
Mycelophagus castaneae, 26.
Mycocaliciaccae, 240.
Mycocalicium, 250.
Myniops variolosus, 214.
Myoporum sp.? 13.
Myriangiella, 284.
Myrsine, 269.

N

Naylor, 102.
Nectria, 91.
Nectria coccinea, 92.
N. ditissima, 91.
N. galligena, 92.
Newstead, 15.
Newton, 204.
Nichitni, 175.
Nicotiana, 339.
Nicotine, 179.
Noisettier, 252.
Novius cardinalis Muls., 1 à 24.
Nypels, 91.

O

Obst, 130.
Ocypus olens, 214, 218.
Œillets, 180.
Olea europea, 13.
Oignons, 172.
Ontophagus cœnobita, 215.
Ophiobolus graminis, 53, 54, 56, 60, 61, 63, 64, 66, 67, 69, 76, 78, 79, 80, 81, 82, pl. v, vi, vii, viii.
O. herpotrichus, 63, 65, 69, 70, 71, 76, 79, 82, pl. ix.
Ophonus pubescens, 214, 218.
Orchidées, 178.
Orge, 114, 190 à 209.
Orme, 248.
Otiorrhynchus ligustici L., 212, 218.
O. singularis, 216.
Overholts, 261.

P

Packard, 172.
Pacottet, 243, 248.
Palmiers, 178.
Palomena viridissima, 130.
Pan li, 37.
Parlatoria ziziphi Lucas, 11.
Parthénogénèse arrhénotoque, 120.
Parthénogénèse télytoque, 121.
Parthenothrips dracenae Heeg., 103 à 190.
Patouillard, 264.
Pêcher, 247, 248.
Peck, 237.
Pedicellina, 169.
Peglion V., 71.
Pelargonium sp., 13.
Pendula Miyoski, 37.
Penicillium glaucum, 247.
Perillus bioculatus, 361.
Peripatus, 169.
Peritelus sphaeroides, 216.
Périthèces, 91.
Petite Oseille, 315.
Pétré, 190 à 209.
Pétri, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36.
Pétrole, 179.
Petunia, 346.
Peuplier, 83, 86, 87, 89, 90, 248, 252, 263.
Peuplier blanc, 87.
Peuplier du Canada, 91, 92.
Peuplier d'Italie, 87, 91.
Peuplier noir, 92.
Peuplier de Virginie, 252.
Peyerimhoff (P. de), 16.
Peyronel, 57, 67, 71.
Phaseolus sp., 13.
Phillyrea laevis, 287.
Phleum pratense, 115.
Photinia serrulata, 277.
Phragmothyriella, 284.
Phryganides, 150.
Phyllobius, 214.
Phyllotreta vittula Redt., 196 et 206.
Phylloxera, 247, 248.
Phylloxera de la vigne, 232, 234.
P. pervastatrix, 233.
P. vitifolii, 232 à 234.
Physalis, 338.
Physaliz alkekengi, 338.
Physopus inconsequens, 177.
P. pallipennis, 177.
Phytomyza, 196.
Phytonomus punctatus, 214.
Phytophthora, 28, 30, 32, 33.
Piétin, 51, 52, 53, 57, 65, 73, 79.
Piétin du Blé, 55, 58, 66.
Piétin des céréales, 63.
Piétin échaudage, 63, 67, 71, 73.
Piétin épi blanc, 52.
Piétin épi blanc à échaudage, 78
Piétin verse, 62, 71, 75.
Pilacre, 242.
Piment, 344.
Pin Cembro, 252.
Pinelle, 106.
Pinus Cembro, 252.
P. halepensis, 13.
P. pumilo, 261.
P. rigida, 261.
P. Strobus, 261.
Pirus, 247.
Pittosporum sp., 12, 13.
P. tobira, 13, 22.
Plectroscelis aridella, 196.
Plathemis lydia, 127.
Plochmopeltidées, 282.
Plotnikov, 199.
Podocarpus elongati, 270, 271.
Poirault et Vuillet, 2, 16.
Poireaux, 172.
Poirier, 114, 246, 247.
Poivre d'eau, 338.
Poliabema, 126.
Polygonum aviculare, 215.
P. hydropiper, 338.
Polypodium, 264.
Pomeyrol, 111.
Pomme de terre, 303 à 390.
Pommier, 91, 247.
Popovici, 176.
Populus, 248.
P. alba, 87, 256.
P. alba, var. *canescens*, 87.
P. angulata, 87.
P. balsamifera, 87, 252.
P. canadensis, 87.
P. nigra, 87, 252.
P. pyramidalis, 87, 252.
P. tremula, 87.
Porphyrothrips Cottei, 177.
Portschinsky, 199.
Poskin, 91, 92.
Pourridié, 248.
Poutiers, 2, 14, 20.
Poyarkof, 308.

P

Preissecker, 115.
Priesner, 112, 180.
Prillieux, 63, 66, 90, 179, 243.
Protéine, 96.
Prunet, 35, 48, 91.
Pseudocaliciacées, 240.
Pucerons, 86.
Pulvinaria floccifera Westw., 10.
P. mesembryanthemi Vallot, 15.
Punica granatum, 13.
Pussard-Radulesco, 103 à 190.
Pyrèthre, 179, 203.
Pyrrhocoris, 169.

Q

Quaintance, 173.
Quanjer, 92.
Quercus, 13, 248.

R

Rabaud (E.), 22, 105.
Radulesco (Voir Pussard-Radulesco).
Ramadier, 304.
Ramon y Cajal (trichromique de), 132.
Rana temporaria, 125.
Ranunculus arvensis, 129.
Raphidospora Lacroixü, 70.
Raymond, 107, 177.
Réaumur, 197.
Régnier, 83, 94.
Reh, 179, 197, 206.
Rehin, 237, 252, 257.
Reitter, 197.
Remor, 195.
Reuter, 115.
Rezuis, 165.
Rhizopus nigracans, 96.
Rhizotrogus rufescens, 214, 218.
Rhode, 125.
Richon, 243, 244.
Ricinus communis, 13.
Riley, 338.
Riley et Kœbele, 21.
Ringer, 95.
Ritzema-Bos, 92, 179, 197.
Robbins, 95, 96, 101, 102.
Robinia pseudo-acacia, 13.
Rodalia icericæ, 22.
Rodd, 202.
Rode, 131.
Rœsleria, 242.
Rœleria hypogea, 243, 246.
R. pallida, 243.
Rohde, 96, 102.
Rörig, 210.
Rosacées, 114.
Rosa indica, 13.
Rosella, 51, 55, 82.
Rosellinia necatrix, 247.
Rosiers, 247.
Rosis-marinus officinalis, 13.
Royer (Mme E.), 209.
Ruckert, 123.
Rumex acetosella, 315.
Rupertsberger, 197.
Russel, 111.
Radocsa, 199.

S

Saccardo, 257.
Saccocirrus major, 128.
Saedeler, 127.
Sagitta, 169.
Saissetia hemisphaerica Targ., 22.
S. oleae Bernard, 22.
Sajo, 199.
Santus, 315.
Saperda, 86, 91.
Sapin, 261.
Saprolegnia, 95.
Sarcophaga, 214.
Sardinier, 129.
Savin, 203.
Scerbacoff, 115.
Scharff, 123.
Schilling, 171.
Schinus terebenthifolius, 13.

S

Schitz, 167.
Schmidt, 125.
Schneidter-Orelli, 238.
Schœneld, 169.
Schœvers, 92.
Schoven, 115.
Schreiner, 169.
Schtchgolev, 202.
Schull, 107.
Schulze, 123.
Schurhoff, 127.
Schwartz, 247.
Schwoder, 197.
Scyllium Pristiurus, 123.
Secretan, 267.
Seelhorst, 176.
Seigle, 114, 190 à 209.
Senjaninova, 129.
Sepiola rondeletti, 125.
Serat, 169.
Serville, 177.
Sésics, 86, 91.
Severini, 269.
Shear, 243.
Shila, 36, 46, 47.
Shiba guri, 36.
Siba Kuri, 36.
Silpha obscura, 214, 218.
Simonet, 106.
Sinapis, 195.
Sisymbrium officinale, 338.
Smilax aspera, 13.
Snell, 127.
Solanum, 338.
Solanum carolinïense, 338.
S. cornutum, 338.
S. discolor, 338.
S. esculentum, 338.
S. nigrum, 13, 315.
S. robustum, 338.
S. rostratum, 338.
S. sieglingvi, 338.
S. warœwiczii, 338.
Sophora japonica, 13.
Sorauer, 174.
Sorbier, 252.
Sorbus, 252.
Sorica, 242, 264.
Sorica clavata, 265.
S. maxima, 264, 276.
Spartium junceum, 13, 14.
Spergula arvensis, 315.
Spergule, 315.
Sphériacées, 258.
Sphéropsidées, 276 à 278.
Sphaerita herpotricha Fries, 70.
Sphinctrina, 240.
Spirogyra, 96, 127.
Stevens, 169.
Stilbum, 247.
Stilbum pilacriforme, 244.
Stout, 87.
Strasburjer, 165.
Stricto Blume, 37.
Strobel (Voir Foot et Strobel).
Sudeikin, 199.
Sulfate de fer, 33, 34.
Sulfate de nicotine, 203.
Surmulot, 219, 231.
Sutton, 169.
Syromastes, 169.

T

Tabac, 95, 96, 98, 100, 102, 338.
Taenioccampa cruda, 214.
Taeniothrips inconsequens Uzel, 103 à 190.
Tamba, 36, 39, 40, 46, 47. Pl. I, IV.
Tamba guri, 36.
Tanymecus palliatus F., 212, 218.
Taupins, 211 à 218.
Tempère, 310.
Tenebrionide, 216.
Tenthrède, 214.
Terebrantia, 120.
Testudo, 122.
Tetramorium caespitum, 215.
Tétranyques, 180.
Thaxter, 173.
Theissen, 278, 290.
Theobald, 171.
Thienemann, 210.
Thomas, 96.
Thrausmatopeltinées, 282.
Thrips communis, 177.
T. frumentarius, 174.
T. linarius, 174.
T. lini, 173.
T. pisivora, 171.

T

T. solanaceorum, 172.
T. tabaci Lind., 172.
Thümen, 243.
Thysanoptères, 103 à 190.
Tilia, 248.
Tilia sylvestris, 262.
Tilleul, 248.
Tomates, 179, 338.
Topi, 233.
Torpedo, 123.
« Touyas », 48.
Tower, 310.
Traitement du sol, 33.
Treherne, 114.
Tretpakoff (Voir Maréchal et Tretpakoff).
Trichopeltacées, 294 à 296.
Trichopeltina, 295.
Trichopeltina labecula, 296, 302.
Trichothyrium, 295.
Tripospora, 241, 270.
Tripospora tripos, 301.
Triton tœniatus, 123.
Tsuga canadensis, 261.
Tulasne, 70.

U

Ulex europeus, 13.
Ulmus, 248.
Uvarov et Glazounov, 199.
Uzel, 111.

V

Vandel (A.), 106, 232.
Vassiliev, 197.
Vayssière (P.), 3, 106.
Verbascum, 338.
Vereshtchagin, 199.
Ver des racines, 247.
Vers de terre, 214.
Vespa germanica, 216.
Vesperus, 248.
Veyrines, 35.
Viala, 243, 248.
Vibrissea, 242.
Vibrissea hypogea, 243.
Viburnum tinus, 178.
Vigne, 178, 246, 247, 249.
Vitis labrusca, 233.
V. riparia, 232.
V. vinifera, 13, 233, 259.
Vizella, 291.
Vizella appendiculosa, 281, 291.
Voges E., 70.
Vuillard, 3.
Vuillet, 2, 16, 114.

Z

Zanthoxylum, 284.
Zencker, (liq. de), 131.
Zeuzère, 86.
Zimmermann, 285.
Znamensky, 115, 196, 206.
Zolotarevsky, 199.

W

Watts, 173.
Weise, 92.
Wertheimer, 96.
Westerdijk (M^lle^), 92.
Westwood, 171.
Wheeler, 326.
Widgahn, 172.
Will, 123.
Willaume (F.), 106.
Willems (Joseph), 127.
Winiwarther, 169.
Wistaria sinensis, 13.
Wojnowicia graminis, 74 à 78, 79, 82. Pl. X.
Woode, 179.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Balachowsky (A.) et Molinari (L.). — L'extension de la Cochenille australienne (*Icerya purchasi* Mask.) en France et de son prédateur *Novius cardinalis* Muls. 1

Dufrénoy (J.). — La lutte contre la maladie des Châtaigniers 25

Foex (Et.) et Rosella (Et.). — Recherches sur le Piétin 51

Régnier (R.). — Etat actuel de la question du chancre du Peuplier 83

Dufrénoy (J.) et Labrousse (F.). — Influence du pH du milieu de culture sur la pénétration du rouge neutre dans les cellules du Tabac 95

Pussard-Radulesco (E.). — Recherches biologiques et cytologiques sur quelques Thysanoptères 103

Mesnil (L.). — Contribution à l'étude de trois Coléoptères nuisibles aux céréales 190

Chappellier (A.). — Contenu du gésier de quelques jeunes Freux (*Corvus frugilegus* Linné), tués près du nid avant leur envol 209

Chappellier (A.). — Recherches sur les dégâts commis par le Surmulot (*Mus norvegicus* Erxleben) dans les approvisionnements de graines ; indice de nuisibilité 219

Vandel (d'après A.). — La question des races du Phylloxera de la vigne 232

Arnaud (G.). — Les Astérinées. V. (Etude sur les Champignons parasites : *Caliciacées, Hémisphériacées*, etc.) 235

Feytaud (J.). — Recherches sur le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) 303

SCEAUX

MARCEL BRY, Dessinateur-Imprimeur

—

1931